Niveau(x) d'enseignement: 0 Numéro EDUQ : 8170187
Centre d'intérêt: 64

Québec (Province) Ministère de l'éducation. Laboratoire de pédagogie informatique.

Rapport sur l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques / Laboratoire de pédagogie informatique, Service de l'informatique, Ministère de l'éducation du Québec. -- Québec : Le Laboratoire, 1973.
3 v. : graph. ; 28 cm.

Bibliographies à la fin des v. Dépouillement: v. 1. Types d'utilisation -- v. 2. Coûts -- v. 3. Etendue.

Cote Dewey: 371.3'94'45/Q3r Cote LC: LB/1028.43

Descripteur(s): *Utilisation de l'ordinateur *Enseignement par ordinateur *Laboratoire d'informatique *Ordinateur *Analyse de coût *Gestion pédagogique *Revue de la recherche

Déposé en 1973 au ministère de l'Education, ce rapport regroupe les utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques en trois grandes catégories, l'ordinateur étant tour à tour considéré comme instrument de laboratoire, comme instrument de gestion pédagogique et comme instrument d'enseignement. Les trois tomes, qui comportent respectivement 202, 90 et 97 pages, portent sur les aspects suivants: 1. Classification et description des types d'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement - 2. Coûts de ces différents types d'emploi de l'ordinateur - 3. Etendue de l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement.

Il s'agit d'une recherche descriptive à partir des informations recueillies dans la documentation écrite sur le sujet. Dans le v. 1, chacune des trois sections est suivie de comptes rendus d'expériences québécoises ou étrangères. Pour chaque expérience: organisme concerné, utilisation, niveau, matière, référence, commentaires. Dans le v. 2, un chapitre sur l'analyse des coûts de l'ordinateur en général précède l'évaluation des coûts pour chacun des trois types d'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques. Le v. 3 fournit une image de la situation actuelle, d'abord concernant le matériel informatique disponible, puis à propos de l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques. Le dernier chapitre fait une brève synthèse de la situation au sujet des organismes de coopération et d'échange.

Type de document: r
Auteur de l'analyse: rp

E D U Q 8170187 A

Rapport sur L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques

TOME I
TYPES D'UTILISATION

Service de l'Informatique
Ministère de l'Éducation

D
3 59

E D U Q 8170187 A

l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques

tome I

TYPES D'UTILISATION

rapport sur

L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques

tome I

Types d'utilisation

Laboratoire de Pédagogie Informatique
Service de l'Informatique
Ministère de l'Éducation du Québec
Mars 1973

Les trois tomes* du document sur "L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques" proviennent d'un rapport déposé en mars 1973 au ministère de l'Education par le Laboratoire de pédagogie informatique. Conduite sous la direction de monsieur William Lee, cette étude fait suite aux travaux du Laboratoire constitué en 1968 dans le Service de l'informatique du ministère de l'Education.

Pour le premier tome, la classification et la description des types d'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement ont été faites par monsieur Guy Chevalier et les comptes rendus d'expérience par monsieur Bernard Gateau.

Le second tome, portant sur les coûts de ces différents types d'emploi de l'ordinateur, a été écrit par monsieur François Labrousse.

Le troisième tome qui décrit l'étendue de l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement a été rédigé par monsieur Lucien Dubé.

La présentation et la mise au point du texte final ont été réalisées avec l'aide de mademoiselle Diane Laflamme.

---

* Tome 1: "types d'utilisation"
Tome 2: "coûts"
Tome 3: "étendue"

INTRODUCTION AU RAPPORT

Le but de ce rapport est de présenter l'état de l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques et de faire des recommandations concernant la politique à adopter dans ce domaine au ministère de l'Education du Québec.

Il était dans les fonctions du Laboratoire de pédagogie informatique d'informer le ministère sur les possibilités offertes par l'enseignement assisté par ordinateur et de faire des suggestions sur les modalités de son développement dans la province.

Les tomes qui suivent visent cet objectif. Les trois premiers cherchent à présenter l'apport actuel de l'informatique dans l'enseignement, le dernier en fait l'analyse dans l'optique de l'orientation présente de notre système d'éducation et fournit des recommandations visant à préparer et à organiser l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques au Québec.

Ainsi qu'on l'a rappelé en tête de chaque tome la rédaction du rapport a été répartie entre plusieurs personnes du laboratoire. La cohésion du rapport repose sur l'emploi, dans tous les tomes, de la classification qui est présentée dans le premier d'entre eux.

Ce rapport cherche à aborder les principaux problèmes que présente l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement, même s'il ne prétend pas les traiter

de manière exhaustive. Cependant, les recommandations concernent surtout le niveau pré-universitaire.

Pendant l'écriture de ces pages, l'importance que peut revêtir la technologie en éducation au Québec et en particulier le souffle nouveau que peut y apporter l'ordinateur est restée présente à l'esprit des auteurs. Leur objectif a été d'en faire part au lecteur.

TABLE DES MATIERES

1 Introduction 1

2 L'ordinateur comme *instrument de laboratoire* 16

- 2.0 Introduction 16
- 2.1 *Appareil électronique* 19
- 2.2 *Calculateur* 21
- 2.3 *Automate* 25
- 2.4 *Simulateur* 33
- 2.5 *Instrument de recherche pédagogique* 38
- 2.6 Conclusion sur l'*instrument de laboratoire* 46
- 2.7 Comptes rendus d'expériences 48

3 L'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique* 57

- 3.0 Introduction 57
- 3.1 *Banques d'information* 63
- 3.2 *Evaluation* 74
    - 3.2.1 *Analyse et traitement de réponses.* 75
    - 3.2.2 *Génération et correction de questionnaires.* 79
    - 3.2.3 *Evaluation individualisée* 83
- 3.3 *Gestion de cheminement* 88
- 3.4 Conclusion sur l'*instrument de gestion pédagogique.* 103
- 3.5 Comptes rendus d'expériences 105

4 L'ordinateur comme *instrument d'enseignement* 120

4.0 Introduction 120
4.1 *Exercices répétés* 124
4.2 *Enseignement de type tutoriel* 131
4.3 *Enseignement de type non-directif* 139
4.4 Conclusion sur l'*instrument d'enseignement* 150
4.5 Comptes rendus d'expériences 151

Listes des figures. 187

Références. 189

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1 Pourquoi une classification?

L'établissement d'une classification des *utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques* nous a semblé être un moyen efficace d'investigation du domaine. Les buts que nous visions étaient les suivants:

- Se doter d'une terminologie bien définie en levant certaines ambiguïtés rencontrées dans le vocabulaire américain et français dans ce domaine. On remarquera que nous avons voulu employer une terminologie qui, tout en étant révélatrice du type d'utilisation, s'éloigne parfois des termes généralement employés (ou de leur traduction).
- Décrire l'ensemble des applications actuelles à l'occasion de la présentation des diverses catégories.
- Se donner un outil de travail dans la discussion des coûts, de l'efficacité et de l'étendue des diverses applications.

1.2 La terminologie actuelle

Un des aspects les plus frappants de la recherche et des développements concernant l'utilisation de

l'ordinateur dans l'enseignement est celui de la diversité du vocabulaire et du manque de définition des termes dans ce domaine. Alan B. Salisbury dénote plus de vingt termes employés dans la littérature américaine pour désigner des applications de type CAI* [58]**.

Plusieurs auteurs ont présenté, chacun selon le niveau de ses préoccupations, des listes ou des classifications de termes associés à divers modes d'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement. Les figures 1, 2, 3, 4, et 5 présentent respectivement celles de Helen A. Lekan [42], Entelek [22], Robert A. Seltzer [61], J.H. King [38] et Alan B. Salisbury [58, p.38]

La classification proposée par Salisbury est particulièrement intéressante et exhaustive. Elle inclut toute utilisation de l'ordinateur en milieu scolaire, à partir des systèmes de paie automatisés jusqu'à l'enseignement complet par ordinateur en passant par la fabrication des horaires, des programmes d'étude, du testing, etc... Son intérêt principal réside dans les relations qu'elle implique entre les divers types d'application.

Il n'était pas possible d'utiliser une telle classification dans notre travail puisque le présent rapport ne voulait explorer que les utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques.

---

* Computer - assisted instruction

** Dans les différents tomes de ce rapport, les chiffres entre crochets renvoient aux références placées à la fin des textes.

Adaptive
Computer Assisted Instruction
Diagnostic
Dialogue
Drill and practice
Evaluation
Gaming
Information Retrieval
Inquiry
Interview
Intrinsic
Investigation
Learner-controlled
Linear
Problem solving
Simulation
Tutorial
etc...

Fig. 1 Liste des logiques de programmation d'après Helen Lekan [42]

- Tutorial
  - Linear
  - Intrinsic
  - Adaptive
- Problem solving
- Socratic
- Laboratory (simulation)
- Game

Fig. 2 Classification des types de cours CAI par Entelek [22]

Drill and practice

Tutorial

Simulation (gaming)

Information Retrieval

Computational Display Device

Aid to Artist

Dialogue

Fig. 3 Classification des utilisations de l'ordinateur par Robert Seltzer [61].

Computational Aid
Simulation
Lesson material storage and Retrieval
Lesson prescription
Testing
Interactive Instruction

Fig. 4 Classification de J.H. King
[38, p.87].

Fig. 5 Illustration des types d'applications de l'ordinateur comme support à l'enseignement d'après Alan B. Salisbury. [58, p.38]

En général, les termes employés dans la description d'expériences ou de systèmes permettant l'enseignement, sont mal définis, lorsqu'ils le sont. On a donné au terme CAI des significations très diverses comme l'illustrent les deux citations suivantes:

> "The term 'Computer-assisted instruction' is used at OISE* in a very broad sense to designate *any use of the computer in a interactive role of student diagnosis or instruction.*" [50,p.3]

> "CAI is the most significant of the instructional applications, and as used in this article is defined as: A man-machine interaction in which the teaching function is accomplished by a computer system without intervention by a human instructor. Both learning material and instructional logic are stored in computer memory" [59, p.48]

Cette confusion dans les termes ne facilite pas l'exploration de ce domaine des applications de l'ordinateur. A cette difficulté s'ajoute celle de la traduction des termes anglais. En effet, tant en pédagogie qu'en informatique, les vocabulaires français et anglais ne se recoupent pas parfaitement. Des termes comme "instruction" ou "management", par exemple, subissent souvent des glissements de sens lors de leur traduction.

---

* Ontario Institute for Studies in Education

1.3 La classification proposée

La classification que nous voulons proposer a les caractéristiques suivantes:

a) elle ne décrit que des applications à caractère pédagogique (par opposition aux applications administratives);

b) elle tient compte, à notre avis, de toutes les applications connues à l'heure actuelle;

c) elle se base sur les fonctions pédagogiques des diverses applications plutôt que sur l'équipement (hardware) ou les systèmes informatiques (software) utilisés;

d) elle exprime un certain continuum, du simple au complexe, où les applications des catégories supérieures (dans la classification) comportent les caractéristiques des applications des catégories précédentes.

Nous n'avons pas nécessairement cherché à simplifier le vocabulaire employé (au moyen de sigles, ou des mots qui font image). Nous l'avons fait lorsqu'une expression simple (*automate*, *calculateur*) restait significative et décrivait bien le rôle de l'ordinateur pour ce type d'utilisation. Cette attitude explique l'emploi de formules parfois un peu lourdes (*génération et correction de questionnaires*, par exemple).

La classification des utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques comporte trois grandes catégories d'applications (voir fig. 6):

i) l'ordinateur comme *INSTRUMENT DE LABORATOIRE*. Ici, l'ordinateur n'a pas pour rôle de faire passer de l'information (enseignement), mais il est mis directement à la disposition des utilisateurs (étudiants, professeurs, etc.) comme un outil sur lequel ou avec lequel ils peuvent expérimenter (on parle parfois en anglais de "Computational Aid").

ii) L'ordinateur comme *INSTRUMENT DE GESTION PEDAGOGIQUE*. Dans ce second cas, l'ordinateur, grâce à ses capacités de mémorisation et de calcul, participe à la gestion de l'enseignement (évaluation, allocation des ressources pédagogiques, etc) sans pour autant enseigner directement. (On parle souvent de "Computer Management", en anglais).

iii) L'ordinateur comme *INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT*. Ici, l'ordinateur est le support (médium) de l'enseignement, au même titre que peuvent l'être le texte écrit, le professeur en classe, ou le film. A cause de ses caractéristiques propres, l'ordinateur est un médium où peut s'exprimer une interaction entre la machine et l'utilisateur, et où le programme (cours) peut s'adapter au besoin de celui-ci.

D'après nous, ces trois grands domaines d'application s'imbriquent l'un dans l'autre. Lorsqu'utilisé

comme *instrument d'enseignement*, l'ordinateur fait aussi de la gestion pédagogique (il gère les résultats des étudiants, leur cheminement dans un cours, l'information qui leur est présentée, etc...). De même l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique* suppose les mêmes possibilités que son utilisation comme *instrument de laboratoire*, au point de vue équipement et programme ("hardware" et "software").

INSTRUMENT DE LABORATOIRE

- Appareil électronique
- Calculateur
- Automate
- Simulateur
- Instrument de recherche pédagogique

INSTRUMENT DE GESTION PEDAGOGIQUE

- Banques d'information
- Evaluation
  . Analyse et traitement de réponses
  . Génération et correction de questionnaires
  . Evaluation individualisée
- Gestion de cheminement

INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT

- Exercices répétés
- Enseignement de type tutoriel
- Enseignement de type non-directif

Fig. 6 Classification des utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques.

1.4 Contenu de la première partie du rapport

Le but de cette première partie du rapport est de présenter les diverses applications actuelles de l'ordinateur à des fins pédagogiques. A partir de la classification que nous avons élaborée, nous tenterons de décrire de façon formelle chaque type particulier, d'en donner des exemples, puis de faire ressortir les principales caractéristiques pédagogiques et techniques des diverses applications.

Pour chacune des sous-catégories de la classification, nous avons tenté de suivre un ordre de présentation qui, à quelques variantes près, sera le suivant:

a) Présentation de l'application.

Cette présentation se résume, la plupart du temps, à une définition de l'application considérée, incluant une nomenclature de la terminologie américaine.

b) Quelques exemples.

Les exemples apportés ont pour but de faire comprendre la définition donnée plus tôt et les explications qui suivent sur les aspects pédagogiques et techniques de l'application. Il ne s'agissait, par ces exemples, ni d'être exhaustif, ni de présenter les expériences les plus importantes. Les seuls critères retenus dans le choix des exemples ont été ceux de la simplicité et du caractère représentatif des expériences.

c) Aspects pédagogiques.

Dans cette section, il s'agit de présenter le type d'application concerné sous l'aspect des services qu'il peut rendre à l'étudiant ou au professeur. Ces services sont tantôt présentés en termes des problèmes que les applications peuvent aider à résoudre, au niveau de l'apprentissage, de la motivation, de l'adaptation de l'étudiant à son environnement, tantôt en termes des possibilités nouvelles qu'offrent ces applications au niveau de la transmission et du traitement de l'information.

d) Aspects techniques.

Les aspects techniques développés peuvent être de trois ordres différents selon les applications:

- l'équipement et le "software" (type de traitement, de système informatique, etc.) requis pour l'application;
- les contraintes, au niveau de la technologie pédagogique*, apportées par l'application;
- la plus ou moins grande facilité d'accès de l'application aux étudiants et aux professeurs.

---

* Il s'agit des techniques employées en pédagogie contemporaine dans la définition des problèmes, l'évaluation et l'élaboration de matériel pédagogique. La formulation d'objectifs, le testing, le "system approach" en pédagogie etc. sont ici assimilés à la technologie pédagogique au même titre que la cueillette et le traitement de l'information sont associés à la technologie informatique.

e) Résultats expérimentaux.

Il s'agit ici de décrire quelques expériences qui tentent de mesurer l'efficacité des applications par rapport au rendement de l'étudiant, à son temps d'apprentissage, ou par rapport à son attitude générale face aux différents systèmes. On remarquera que les diverses applications présentées dans ce rapport n'ont pas fait l'objet de recherches au même degré. Ainsi quatorze (14) comptes rendus d'expériences portent sur *l'enseignement de type tutoriel* alors que pour certaines catégories, comme *appareil électronique* ou *enseignement de type non directif*, nous ne relatons aucune expérience.

Ceci est dû à divers facteurs. Notons principalement que:

- certains types d'utilisation sont plus récents que d'autres, ou ont connu une généralisation plus tardive.

- L'expérimentation est difficile en raison de la nature même de certains types d'utilisation. Les expériences tentées donnent lieu à de simples appréciations qui n'ont aucun caractère scientifique, même si elles peuvent être un indice de l'état des préoccupations dans le domaine;

- beaucoup d'expériences portant sur l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques, sont des tentatives d'implantation de système particulier. Les résultats de telles *expériences* donnent lieu à une évaluation de l'implantation plutôt qu'à une évaluation des effets des systèmes implantés. Les comptes rendus d'*expériences* consistent alors dans la description du système, de ses avantages et de ses possibilités théoriques.

Notre étude a porté sur les rapports d'expériences publiés entre 1968 et 1972. Nos sources ont été principalement: la revue *Educational Technology*, les fiches *ENTELEK* et les micro-fiches *ERIC*. Les expériences relatées dans ce rapport ont été choisies parce qu'elles donnaient lieu à des résultats quantitatifs.

CLASSIFICATION DES UTILISATIONS DE L'ORDINATEUR A DES FINS PEDAGOGIQUES

[redacted]

INSTRUMENT DE GESTION PEDAGOGIQUE

- *BANQUES D'INFORMATION*
- *EVALUATION*
  - *ANALYSE ET TRAITEMENT DE REPONSES*
  - *GENERATION ET CORRECTION DE QUESTIONNAIRES*
  - *EVALUATION INDIVIDUALISEE*
- *GESTION DE CHEMINEMENT*

INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT

- *EXERCICES REPETES*
- *ENSEIGNEMENT DE TYPE TUTORIEL*
- *ENSEIGNEMENT DE TYPE NON-DIRECTIF*

Rapport LPI, 1973, tome 1

CHAPITRE 2

L'ORDINATEUR COMME *INSTRUMENT DE LABORATOIRE*

2.0 Introduction.

Une des caractéristiques de la pédagogie contemporaine est sans doute l'emphase mise sur l'activité de l'élève dans le processus d'apprentissage. Cette activité se manifeste, selon les méthodes proposées, par des manipulations de matériel concret, le contact direct avec les phénomènes étudiés. Une attitude active de recherche est préconisée. On demande à l'élève de *découvrir* plutôt que d'assimiler. On met moins l'accent sur le contenu à apprendre que sur la façon de l'apprendre et le développement de mécanismes intellectuels transférables à d'autres types d'apprentissage.

La place de plus en plus importante que prend l'ordinateur dans la plûpart des champs d'activité humaine, les développements technologiques foudroyants dans le domaine, et l'impact que représentent ces nouvelles techniques de traitement de l'information sur l'organisation du travail et de la vie en général, rendent nécessaire un contact d'une partie de plus en plus vaste de la population avec l'informatique.

Dans cette perspective, de nombreuses applications de l'ordinateur en milieu scolaire, visent à mettre celui-ci directement en contact avec l'élève et le personnel enseignant. L'ordinateur n'a pas pour rôle, dans ce type d'application, de transmettre des connaissances par-

ticulières. Il est une machine puissante, mise à la disposition des individus, qui peuvent l'utiliser selon leurs besoins propres. Les systèmes élaborés dans ce cadre d'utilisation ne visent qu'à rendre simultanément disponible un même ordinateur à plusieurs usagers, localement ou à distance.

Sur le plan pédagogique, l'ordinateur permet alors à l'étudiant de faire exécuter des travaux qu'il a lui-même définis et programmés, ou de faire exécuter des calculs plus ou moins complexes en des temps très courts. Des programmes où l'ordinateur simule des situations expérimentales peuvent permettre à l'étudiant de cerner certains phénomènes à l'étude.

Nous étudierons, dans le présent chapitre, cinq grands types d'application de l'ordinateur comme *instrument de laboratoire*. Il s'agit de l'utilisation de l'ordinateur comme:

- *appareil électronique*
- *calculateur*
- *automate*
- *simulateur*
- *instrument de recherche pédagogique*.

Il est à noter que nous concentrerons notre étude sur les types *calculateur*, *automate* et *simulateur*.

En effet, l'utilisation de l'ordinateur comme *appareil électronique* est très particulière et sera présentée de façon assez brève. Le souci d'être le plus

2.0 ...

complet possible nous la fait mentionner ici. Quant à l'utilisation de type *instrument de recherche pédagogique*, il s'agit d'une application spéciale. Nous ne suivrons pas le plan habituel de présentation.

Il est à remarquer que les applications de l'ordinateur comme *instrument de laboratoire* n'ont pas donné lieu à une recherche systématique avancée, du moins en ce qui a trait aux aspects pédagogiques de ces applications*. La plupart d'entre elles se prêtent peu à une recherche scientifique. Par exemple, il n'est pas possible, dans ce domaine, de comparer l'utilisation de l'ordinateur à d'autres techniques puisque celui-ci y joue un rôle original qu'aucune personne ou qu'aucune autre machine ne pourrait jouer.

---

* Par opposition aux recherches techniques en équipement et au niveau de "software".

2.1 *Appareil électronique*

2.1.1 Présentation.

Il s'agit ici de l'utilisation d'ordinateurs désuets ou d'appareils électro-mécaniques dans l'enseignement de l'électrotechnique, de l'électronique, des notions de base concernant l'ordinateur, etc...

2.1.2 Exemples.

Au CEGEP de Trois-Rivières, la compagnie IBM a mis à la disposition du département d'électronique, un ordinateur de deuxième génération, le 1401. Le département l'utilise dans un cours "d'électronique des ordinateurs". Les étudiants peuvent se familiariser à l'aide de cet outil, aux circuits d'un ordinateur. Ils peuvent les modifier, y ajouter ou en retrancher certaines fonctions. Ces appareils sont de prix modiques puisqu'ils sont désuets sur le marché actuel. A Trois-Rivières, par exemple le modèle 1401 a été donné au CEGEP à la condition qu'il ne serve pas à des fins commerciales.

Il existe actuellement sur le marché un certain nombre de petits appareils créés spécialement pour l'apprentissage des notions informatiques: étude des circuits logiques, de l'algèbre de Boole, de l'exécution séquentielle des instructions, de la mémoire etc...

2.1.3 Caractéristiques.

Il ne s'agit pas ici de décrire longuement ce type d'utilisation de l'ordinateur. Disons simplement que cette application possède les caractéristiques pédagogiques et techniques suivantes:

- elle permet aux étudiants de manipuler l'équipement sans risquer d'endommager un système complexe et coûteux;
- elle permet un apprentissage par essais et erreurs;
- elle permet d'éviter de longs exposés théoriques de la part du professeur sur les composantes et les fonctions d'un ordinateur.

L'étudiant apprend au contact d'un appareil réel sur lequel il peut expérimenter. Ces instruments sont relativement peu dispendieux.

2.2 *Calculateur.*

2.2.1 Présentation.

Il s'agit ici de l'utilisation de l'ordinateur comme simple machine à calculer. L'ordinateur a l'avantage sur les machines à calculer ordinaires, de pouvoir exécuter des programmes qui ont été emmagasinés à l'avance et qui peuvent faire des calculs très complexes.

2.2.2 Exemples.

i) A l'université de Calgary, on a mis à la disposition des étudiants en sciences de l'éducation, une série de programmes qui, à partir de leurs données (résultats d'étudiants hypothétiques ou réels,etc...), font les calculs statistiques demandés, et impriment les résultats sous forme de tableaux ou de courbes. [32]

ii) Le programme TRAJET de M. Félix Deforest à l'université du Québec à Trois-Rivières joue le même rôle au niveau de problèmes de mécanique. Le programme effectue des calculs très complexes en quelques secondes et fournit à l'étudiant, à partir des données qu'il a proposées, des résultats que celui-ci peut ensuite interpréter. [13]

iii) En août 1971, SIMEQ mettait à la disposition de certains CEGEP le système ITF. C'est un système conversationnel où l'ordinateur peut servir comme *calculateur* ou comme *automate*.

Au moins 30% des programmes offerts aux étudiants la première année utilisaient l'ordinateur comme *calculateur*. En particulier au CEGEP de Shawinigan, M. André Bélanger, a mis au point une série de programmes qui permettent à ses étudiants de chimie de résoudre des calculs complexes. Par exemple le programme *TAB* "fait une table de conversion du pourcentage de transmutance en absorbance". Le programme *BOR* "calcule les rayons, les vitesses, et les énergies de l'électron pour les orbitales considérées"*.

2.2.3 Aspects pédagogiques.

L'utilisation de l'ordinateur comme *calculateur* se situe aux frontières des utilisations pédagogiques. Plusieurs auteurs lui refusent même ce statut. On ne peut cependant pas la passer sous silence puisque c'est une des utilisations les plus répandues et celle vers laquelle on se tourne très tôt lorsqu'un système informatique est offert dans une institution d'enseignement. Evidemment ce type d'utilisation se retrouve presqu'exclusivement en sciences. Les principaux avantages qu'on lui reconnaît sur le plan pédagogique sont les suivants:

- permettre à l'étudiant de prendre un premier contact avec l'ordinateur sans être rebuté par l'apprentissage d'un langage;
- permettre à l'étudiant de se concentrer sur les phénomènes étudiés, plutôt que sur les calculs à effectuer;
- éviter à l'étudiant de faire des calculs laborieux qui souvent éloignent son attention des problèmes véritables.

---

* Les renseignements sur ces programmes viennent de la description des programmes disponibles sur ITF.

2.2.4 Aspects techniques.

L'attrait que peut avoir l'utilisation de l'ordinateur comme *calculateur* est compréhensible si on considère la simplicité de l'application, tant pour le professeur que pour l'étudiant. Cette simplicité se manifeste de deux façons.

- Pour le professeur, la programmation requise pour ce type d'utilisation, même dans le cas de calculs complexes, est rapide. Le programme, une fois écrit, peut servir à un grand nombre d'étudiants.
- Lorsque l'application se fait sur un système conversationnel, l'étudiant est guidé par l'ordinateur qui lui "demande" le type de calcul qu'il veut effectuer, les données qu'il faut traiter et souvent la disposition des résultats qu'il désire. Tout ceci est fait sous la forme d'un "dialogue" et ne nécessite aucune codification spéciale de la part de l'étudiant.

En "batch", le problème de la codification est parfois plus important, bien que la plupart des auteurs de ces programmes de calcul essaient de la réduire au minimum En général l'étudiant possède des jeux de cartes déjà perforées correspondant chacun à un programme particulier. Pour obtenir le calcul voulu, il n'a qu'à choisir le jeu désiré, y ajouter sa carte contenant les données et remettre le tout aux opérateurs.

Jusqu'à maintenant, beaucoup de ces programmes de calcul étaient traités par lots. A cause de leur puissance et de leur disponibilité croissante, on utilise de plus en plus des systèmes conversationnels pour ce type d'application lorsque le volume des données à traiter n'est pas trop considérable. L'avantage en est double: réduire encore la codification requise et obtenir des résultats immédiats.

2.2.5 Résultats expérimentaux.

A notre connaissance, aucune expérience systématique cherchant à montrer l'efficacité pédagogique d'une utilisation de l'ordinateur en mode *calculateur* n'a été faite.

Au CEGEP de Shawinigan* les réponses à un questionnaire ont montré 62% de satisfaction de la part des 40 élèves qui utilisèrent l'ordinateur pour effectuer leurs calculs de chimie.

Du point de vue gain de temps, il est évident que quelques minutes à l'ordinateur ou au terminal suffisent à remplacer plusieurs heures d'utilisation de tables de logarithmes ou de règles à calcul. Par ailleurs ce type d'utilisation permet aux étudiants, pour l'analyse d'un phénomène, de faire l'essai de plusieurs valeurs numériques et d'étudier les conséquences de ces choix dans les variations des résultats.

---

* A ce sujet on pourra consulter le compte rendu no. 1, en paragraphe 2.7.

2.3 *Automate*.

2.3.1 Présentation.

Lorsque la programmation d'un ordinateur est recherchée pour elle-même, soit dans l'apprentissage des langages étudiés, soit à cause de la possibilité de transférer les habiletés intellectuelles que cet apprentissage engendre, à d'autres domaines de l'activité de l'étudiant, nous utilisons l'ordinateur en mode *automate*.

Dans ce type d'utilisation, l'activité de programmation est l'activité par laquelle les apprentissages s'effectuent. *Programmer*, c'est exprimer dans un langage compréhensible à la machine, une suite d'actions qu'elle devra exécuter en vue de résoudre un problème.

Une application de type *automate* peut viser deux buts différents qui ne s'excluent pas nécessairement:

- l'enseignement de l'informatique, et plus particulièrement des langages de programmation;
- l'acquisition d'habiletés intellectuelles: logique mathématique, pensée algorithmique, techniques d'investigation et de résolution de problèmes, etc...

2.3.2 Aspects pédagogiques:

i) Enseignement de l'informatique.

Dans l'enseignement des langages de programmation, l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de laboratoire* a été introduite tout naturellement. "C'est

en programmant qu'on devient programmeur" pour paraphraser un dicton connu. A SIMEQ, plus de 1,000 programmes d'étudiants des CEGEP sont traités chaque jour, sans compter les programmes qui peuvent être écrits dans les langages conversationnels du système ITF.

Dans plusieurs disciplines scientifiques ou technologiques, l'apprentissage de la programmation et une connaissance de l'ordinateur sont devenus nécessaires à cause des services que peut rendre l'ordinateur. La pratique de la programmation semble être la façon la plus efficace de l'enseigner. Très peu d'études formelles ont été faites pour vérifier ce postulat mais l'utilisation de l'ordinateur en mode *automate* est passée dans les moeurs. L'enseignement de l'informatique en utilisant l'ordinateur n'est cependant qu'un cas spécial de ce type d'utilisation.

ii) Acquisition d'habiletés intellectuelles.

Depuis quelques années, plusieurs chercheurs et pédagogues, ont préconisé l'enseignement d'un langage informatique et la programmation effective comme moyen de développer certaines aptitudes intellectuelles. Cette ligne de pensée est en accord avec les recherches contemporaines en didactique et les théories pédagogiques auxquelles sont associés des noms comme ceux de Dewey, Decroly, Claparède et Montessori.

Au point de vue pédagogique, l'utilisation de l'ordinateur en mode *automate* a pour principale caractéristique l'initiative complète laissée à l'étudiant au moment où il travaille en liaison directe avec l'ordinateur.

2.3.3 Exemples.

i) Au CEGEP de Sherbrooke, madame Marie-Jane Haguel [30] a expérimenté l'utilisation d'APL par les étudiants. Ceux-ci apprenaient APL à l'aide d'un document d'accompagnement et d'exercices de programmation. Après avoir pris connaissance du langage, ils devaient élaborer des projets d'utilisation et écrire les programmes correspondants. Les projets (choisis, définis, et exécutés par les étudiants eux-mêmes) ont porté sur les problèmes de la pollution, la fabrication de rapports d'impôt, la composition de poèmes, etc. Le résultat à des tests d'aptitudes logiques et l'initiative montrée par les étudiants dans le déroulement du cours ont paru assez satisfaisants pour justifier la continuation de l'expérience.

ii) Depuis 1967, le laboratoire d'intelligence artificielle du Massatchusets Institute of Technology (M.I.T.) travaille sur une recherche en didactique des mathématiques et sur le développement d'un système conversationnel pouvant permettre une utilisation facile de l'ordinateur en mode *automate*. Leurs premières expériences ont été faites au primaire mais des applications ont aussi été tentées au secondaire et au collégial. On utilise le langage LOGO, développé spécialement pour ce type d'utilisation. Avec LOGO on permet d'abord à l'étudiant d'apprendre le langage (d'ailleurs très simple) en écrivant, selon la méthode d'essais-erreurs, de courts programmes qui guident l'évolution d'un véhicule (appelé "tortue"). Les instructions sont du type AVANCE, ARRIERE, etc. Grâce à

ces instructions, l'étudiant peut écrire des programmes très complexes. On lui assigne ensuite,ou il se définit lui-même des projets qui le forceront, à partir de la donnée d'un problème, à l'analyser, à en définir les variables et à exprimer les algorithmes nécessaires à sa résolution. Il lui faudra ensuite programmer ces algorithmes en LOGO, vérifier l'exactitude de sa démarche en faisant exécuter son programme, et reformuler ou redéfinir ses solutions, jusqu'à ce que son programme résolve le problème donné. Evidemment le langage LOGO ne fait pas que diriger une "tortue". Il a les possibilités courantes d'un langage de programmation conversationnel [51, 45].

iii) Une expérience importante d'utilisation de l'ordinateur en mode *automate* est celle conduite depuis deux ans à la Commission des Ecoles Catholiques de Montréal (CECM). En 1972, plus de trois cents(300) étudiants du secondaire ont pu se familiariser avec l'ordinateur à l'occasion d'un cours expérimental de mathématiques. L'expérience CAMP* a été mise au point par une équipe de professeurs de mathématiques du collège secondaire de l'Université du Minnesota à Minneapolis [39]. Le but de l'expérience est "d'enseigner aux étudiants du secondaire, l'utilisation de l'ordinateur pour la solution de problèmes mathématiques et le développement de concepts mathématiques" [39, introduction].

---

* Calculateur Appliqué aux Mathématiques par Programmation.

Le professeur de mathématiques qui participe à l'expérience intègre à son enseignement des mathématiques celui du langage de programmation "BASIC". Il s'agit d'un langage conversationnel conçu comme outil dans l'enseignement des sciences. L'étudiant se sert ensuite de cette connaissance pour écrire, faire exécuter et corriger de courts programmes. Cette activité lui permet de mieux intégrer son apprentissage des mathématiques.

Par exemple, après un cours sur la valeur absolue des nombres, on propose à l'étudiant les exercices suivants:

"5- Quelle est la valeur absolue de: 5,-3,182,0,-56,-31.

6- Ecrivez un programme qui imprimera la valeur absolue de 5,-3, etc.

7- Exécutez le programme que vous avez écrit, à l'exercice 6. Est-ce que les résultats concordent avec les réponses que vous avez trouvées à l'exercice 5 ? Si non, trouvez votre erreur et corrigez-la". [39, paragraphe 7.8].

2.3.4 Aspects techniques.

L'utilisation de l'ordinateur en mode *automate* peut se faire en "batch"* ou en conversationnel. Les utilisations dans l'enseignement des langages de programmation au niveau de la formation des programmeurs se font généralement sur des systèmes "batch".*

Par contre, les utilisations de type *automate* pour la formation intellectuelle ont tendance à trouver leur application en conversationnel. Ceci est naturel si on considère l'importance du feedback immédiat que requièrent ces applications et l'aspect "dialogue" donné par les systèmes conversationnels.

La préparation du matériel pédagogique que demande une utilisation de type *automate* est réduite au minimum. Il n'y a pas de programmation demandée au pédagogue. Le système est acheté, ou fourni avec l'ordinateur, et l'étudiant programme lui-même. La préparation de l'environnement pédagogique peut être comparée à celle que nécessite l'utilisation d'un laboratoire de physique, de chimie, ou mieux encore, un laboratoire pour l'enseignement des langues. Il faut prévoir l'aménagement du matériel, et définir les projets sur lesquels les étudiants auront à travailler.

2.3.5 Relations avec le mode *calculateur*.

Les similitudes entre le type d'utilisation en *calculateur* et en *automate* sont nombreuses, puisque

---

* Actuellement, compte tenu du fait que toutes les utilisations de l'ordinateur dans l'enseignement de la programmation tombent dans cette catégorie, plus de 60% des utilisations en *automate* se font en "batch".

l'étudiant utilisant l'ordinateur comme *automate* écrira souvent des programmes de calcul. De plus, les programmes réalisés par certains étudiants en mode *automate* sont souvent gardés en librairie et peuvent ensuite être utilisés en mode *calculateur* par les mêmes étudiants ou par leurs confrères.

Règle générale, on peut distinguer les utilisations d'après les objectifs poursuivis. Ces objectifs peuvent être de deux ordres:

- soit effectuer un calcul où le résultat importe plus que la démarche; on est alors en mode *calculateur*;
- soit effectuer des calculs où la démarche nécessaire à l'obtention du résultat importe plus que le résultat lui-même; on est alors en mode *automate*.

2.3.6 Résultats expérimentaux.

Les seules expériences portant sur le mode *automate* que nous ayons rencontrées au cours de nos lectures donnent des appréciations qualitatives quant à l'efficacité pédagogique de ce type d'utilisation. Au CEGEP de Shawinigan* par exemple, tous les étudiants (100%) se sont montrés satisfaits de l'utilisation en mode *automate* dans le cadre du cours de chimie. Au CEGEP de Sherbrooke** l'expérience semble montrer un accroissement de l'initiative et du sens des responsabilités des étudiants face aux

---

* Compte rendu no 1, paragraphe 2.7

** Exemple i) paragraphe 2.3.3

matières enseignées.

A l'université Laval il ne s'agit pas d'une expérience mais plutôt d'un état de fait: le système APL est mis à la disposition des étudiants une vingtaine d'heures par jour et le taux élevé d'utilisation porte à penser que le système répond à des besoins certains.

2.4 *Simulateur.*

2.4.1 Présentation.

Dans ce type d'utilisation, l'ordinateur sert à reproduire un phénomène sur lequel l'étudiant peut expérimenter d'une façon dynamique.

2.4.2 Exemples.

i) A l'université de l'Illinois (Projet PLATO) l'étudiant en biologie suivant un cours de génétique a à sa disposition l'équivalent d'un laboratoire de recherche. L'ordinateur peut générer le dessin de mouches à fruit, sur l'écran au plasma. L'étudiant peut choisir les mouches avec lesquelles il veut expérimenter (les croiser, les rejeter, etc.). Le dessin des insectes est extrêmement précis et les individus ainsi représentés peuvent différer d'environ quinze façons (par le sexe, la forme des ailes, la grosseur et la forme des yeux, des membres, leur couleur qui peut être plus ou moins foncée, etc.). En croisant des individus entre eux, en observant les caractéristiques des descendants et en recommençant l'opération autant de fois qu'il le désire sur les mêmes individus ou sur des couples différents, l'étudiant peut en arriver à reconstituer les lois de l'hérédité [46 p.15].

ii) A la Ryerson Systems Institute de Tororto, on utilise trois simulations différentes qui visent à permettre au personnel de cadre d'industries de se familiariser avec les nouvelles techniques de gestion associées à l'introduction de l'ordinateur dans l'entreprise.

Dans l'une de ces simulations, (*Computer Facility Management Corporation*, les étudiants travaillent par équipe. Leur tâche est de gérer une compagnie qui vend du "temps ordinateur". Les étudiants doivent établir les prix, planifier la publicité et les services que la compagnie fictive rendra. L'ordinateur, à partir de leurs décisions, simule les conditions du marché et leur renvoie de l'information concernant la position économique de la compagnie [19].

iii) A l'université Sir Georges Williams, au département des Sciences de l'Education, le professeur D. Mitchell est en train de mettre sur pied une simulation qui permettra à de futurs professeurs, de s'initier à la gestion pédagogique d'une classe. Au début du jeu, l'étudiant-professeur indique à l'ordinateur, sur cartes perforées, la matière qu'il veut enseigner, la stratégie et les média qu'il compte employer, l'organisation générale de sa classe (formation de sous-groupes par exemple), etc. L'ordinateur lui renvoie le comportement de sa classe en terme de la performance des individus, de leur motivation, etc.

L'étudiant-professeur peut par la suite modifier sa façon d'aborder la matière, sa stratégie ou tout autre variable prévue par le programme et l'expérimenter [47,48].

2.4.3 Aspects pédagogiques.

Du point de vue pédagogique, les possibilités de l'utilisation de simulations sont très intéressantes. Elles permettent d'abord un type d'apprentissage qui,

comme pour le mode *automate*, laisse une très large part à la recherche et au travail personnel. L'étudiant qui participe à une simulation n'a pas besoin d'être contrôlé, les effets de ses décisions et de ses actions lui étant visibles à mesure que se poursuit la simulation.

Sur un autre plan, l'utilisation de l'ordinateur comme *simulateur* permet d'aborder des expériences ou de présenter des phénomènes avec lesquels l'étudiant ne pourrait pas entrer en contact en temps normal. Par exemple, il serait impensable de mettre à la disposition des étudiants du secondaire des réacteurs atomiques ou des accélérateurs d'électrons. Par contre, on peut les simuler sur ordinateur.

2.4.4 Aspects techniques.

Sur le plan technique, les efforts demandés pour la réalisation de simulations dépendent de la nature des phénomènes ou des appareils simulés et du raffinement avec lequel on veut les simuler. Par exemple, pour les trois simulations de la Ryerson Institute présentées plus haut, les temps varient entre 60 et 180 heures de préparation par heure d'utilisation moyenne pour un groupe d'étudiants. Le temps de préparation comprend la constitution du modèle, la programmation et la correction du programme.

Il existe des simulations utilisant à peu près tous les types de terminaux possibles allant du lecteur de cartes et imprimante jusqu'à l'écran cathodique (ou à plasma) le plus perfectionné, en passant par les tables

traçantes et les terminaux de type machine à écrire.

De même le mode de traitement("batch" ou conversationnel) diffère selon les applications, le volume des données, le temps de réponse nécessaire ou désiré, etc.

Cependant, ici encore, l'utilisation de systèmes conversationnels semble se répandre de plus en plus, tout au moins en ce qui concerne les simulations réduites utilisées dans l'enseignement secondaire et collégial.

2.4.5 Résultats expérimentaux.

L'utilisation de l'ordinateur comme *simulateur* touche la plupart des matières scolaires, de la géographie économique à la médecine, en passant par la gestion de l'entreprise, la physique et la biologie. Nous présentons en fin de chapitre les résultats de trois expériences concernant ce type d'application*.

Dans le cas du projet du Montgomery College, la simulation sur ordinateur d'un laboratoire de physique (mécanique des chocs) permet aux étudiants de réaliser environ dix fois plus d'expériences qu'ils n'en réalisaient dans un laboratoire de physique traditionnel. Ceci est dû en partie à la diminution considérable des installations nécessaires aux expérimentations.

---

* comptes rendus 2,3 et 4 en paragraphe 2.7

L'utilisation de l'ordinateur en mode *simulateur* soulève généralement l'enthousiasme des étudiants impliqués dans les expériences. Cet enthousiasme n'est cependant pas un critère certain d'efficacité sur le plan des apprentissages, comme semblent le montrer les résultats de l'expérience de l'université John Hopkins à Baltimore*.

Utilisé de façon rationnelle, l'ordinateur peut jouer un rôle très important en mode *simulateur*.

* Compte rendu numéro 3, par. 2.7.

2.5 *Instrument de recherche pédagogique.*

2.5.1 Présentation.

L'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de recherche pédagogique* recouvre un ensemble très vaste d'applications qui touchent soit au développement et à la validation de matériel pédagogique, soit à la recherche sur les théories de l'apprentissage et de la communication du savoir.

2.5.2 Développement de matériel pédagogique.

Dans un article sur les applications de l'ordinateur en éducation [63], Harry F. Silberman discute des possibilités de l'ordinateur comme instrument de recherche et de développement*. Il distingue les possibilités suivantes.

- L'analyse statistique des données produites par l'expérimentation de matériel pédagogique (document audio-visuel, enseignement programmé, enseignement par ordinateur etc.).
- L'utilisation de l'enseignement par ordinateur** pour produire du matériel didactique qui ne sera pas nécessairement dispensé par ordinateur.
- L'analyse syntaxique et sémantique des textes devant constituer un document d'enseignement. A l'aide de programmes capables de corriger des textes écrits en

---

* "Research and development tool".

** L'auteur emploie l'expression CAI et réfère sans doute aux trois types d'utilisation contenus dans notre troisième catégorie, soient les *exercices répétés*, *l'enseignement de type tutoriel* et *l'enseignement de type non-directif*.

langage naturel, on peut les faire analyser par ordinateur, afin d'y déceler certaines erreurs syntaxiques, des ambiguïtés, des redondances inutiles, l'emploi d'un vocabulaire non défini antérieurement, etc.

L'auteur mentionne cependant que ce type d'application est encore à l'état expérimental.

- La génération d'exercices que des auteurs de cours individualisés ou même des professeurs en classe pourraient utiliser.
- L'évaluation et la génération de séquences d'enseignement dans le but d'optimiser l'apprentissage. L'ordinateur peut servir à présenter différents modules d'enseignement dans des séquences différentes, à évaluer la performance de divers types d'individus pour les différentes séquences et par la suite, à générer les séquences optimales pour les individus ou pour des groupes d'individus particuliers.

Toutes ces possibilités s'insèrent dans la recherche visant à élaborer des techniques permettant de minimiser le temps de préparation de matériel pédagogique. Les problèmes de découpage de la matière, de choix de stratégies et de média de présentation, etc. se présentent non seulement en enseignement par ordinateur, mais également dans le cadre de l'utilisation de l'audio-visuel, de l'enseignement programmé et même de l'enseignement magistral. La préparation de documents pédagogiques se fait à l'intérieur d'un cycle comprenant les étapes d'élaboration d'évaluation et de revision (cf. figure 7). Ce cycle tend à prolonger le temps de préparation et à augmenter significativement les coûts de production. Les différentes possibilités énumérées plus tôt permettent une validation à priori ou en cours de route du matériel et réduisent par le fait même le nombre de cycles évaluation-révision nécessaires à la bonne qualité du produit fini.

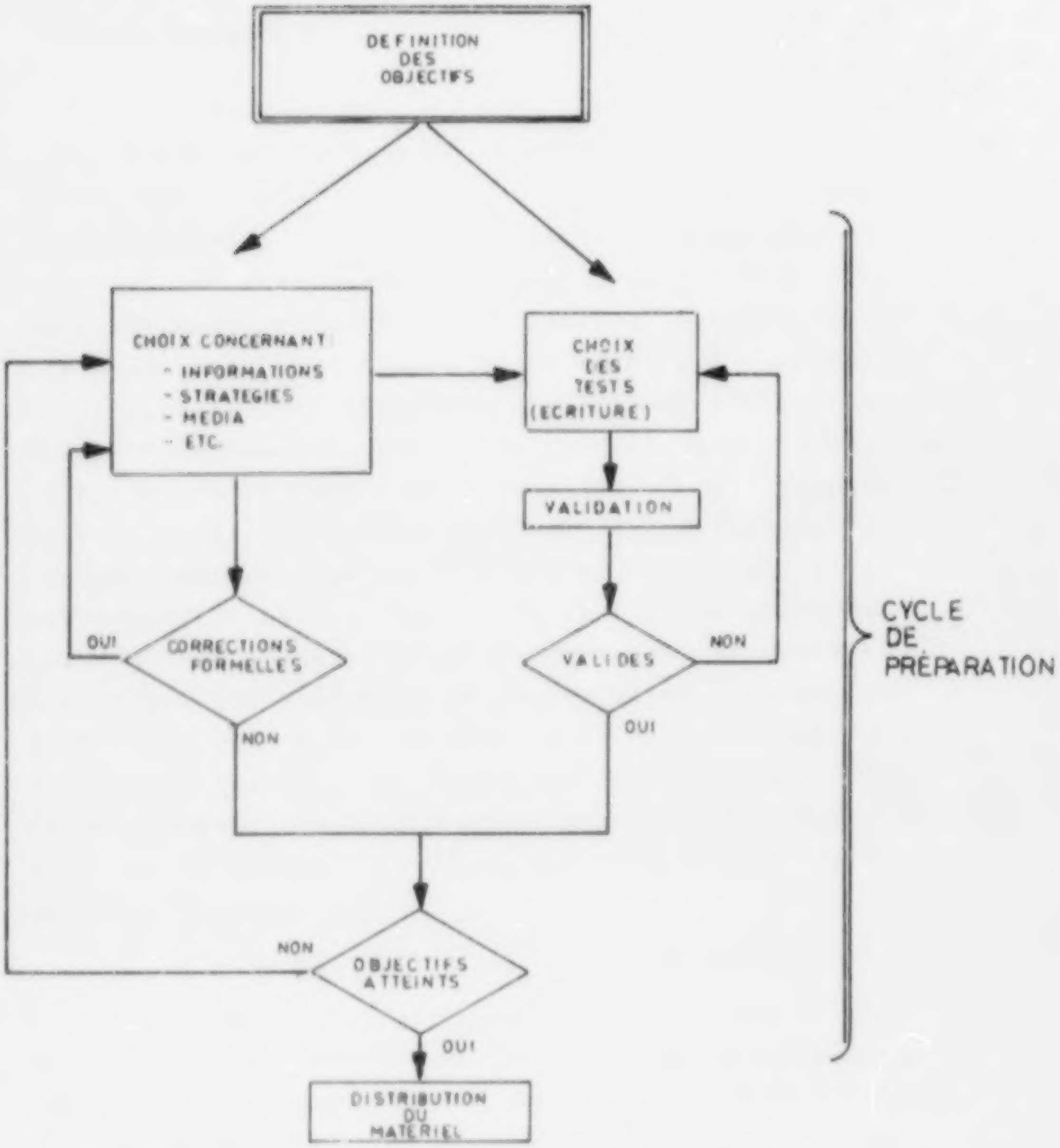


Fig.7: Illustration du cycle de préparation de matériel pédagogique.

2.5.3 Un exemple.

M. Gary M. Boyd de l'université Sir George Williams à Montréal a élaboré ce qu'il appelle "Laboratory for CAI lesson" [5, 6]. Ce laboratoire permet essentiellement de réduire le temps de préparation de matériel de cours individualisé (ce matériel sera éventuellement présenté à l'étudiant sous forme de textes programmés ou à l'aide d'une machine à enseigner). Un professeur et un étudiant travaillent simultanément à deux terminaux isolés*. Ils peuvent communiquer l'un avec l'autre et sont tous deux reliés à un ordinateur dont la seule fonction à ce moment est d'enregistrer les messages de l'un et de l'autre. L'installation est complétée par un système de télévision en circuit fermé au moyen duquel le professeur peut présenter à l'étudiant des diapositives ou des films. Le professeur donne son cours à l'aide de ce matériel audio-visuel et du clavier. Il donne des explications, présente des images, répond aux questions de l'étudiant, lui pose des questions, lui donne des commentaires appropriés sur ses réponses, etc.

A partir de l'enregistrement sur fichier des messages que le professeur et l'étudiant se sont échangés, des programmes séparent les interventions de chacun des participants et produisent une copie des messages. Le professeur revoit ce texte et enlève les

---

* Il s'agit dans ce cas d'un terminal à écran cathodique et à clavier.

informations inutiles ou trop particulières. L'ordinateur à partir de ce texte corrigé, génère un programme qui permettra à tout autre étudiant de suivre le cours sans l'aide du professeur.

Evidemment on répète l'opération avec quelques étudiants représentatifs de la clientèle que le cours veut atteindre. En faisant les recoupements nécessaires on peut en arriver à produire un cours qui est adapté à la majorité des personnes composant cette clientèle. L'ordinateur peut alors produire le texte définitif du document, texte qu'on peut présenter sous forme d'enseignement programmé. A l'université Sir George Williams, l'ordinateur peut même, à partir du texte ainsi produit, générer le programme qui permettra de l'adapter à une machine à enseigner particulière.

2.5.4 Recherches théoriques en pédagogie*.

Le nombre de recherches de type scientifique en éducation a subi une accélération sensible au cours des vingt-cinq dernières années, sous l'influence de l'introduction d'une technologie pédagogique nouvelle dont il fallait évaluer l'efficacité tant au point de vue pédagogique qu'au point de vue économique. En même temps, ces nouveaux moyens donnaient aux chercheurs des instruments

---

* Le texte qui suit se base en partie sur une analyse de Albert E. Hickey [33].

de recherche qui pouvaient amener une meilleure connaissance des processus et des conditions d'apprentissage* et de communication du savoir. L'utilisation de plus en plus répandue de l'ordinateur permet, et souvent provoque de nombreuses recherches dans ce domaine. Nous présenterons ici, de façon schématique, a) les principaux domaines d'investigation en pédagogie, b) les modes d'utilisation de l'ordinateur pour des fins de recherche, c) les avantages de cette utilisation de l'ordinateur.

a) Domaines d'investigation.

i) Recherches sur les théories de l'apprentissage.

- Elaboration de modèles.
- Vérification de modèles ou de théories.
- Application de ces modèles à des situations concrètes.
- Etc.

ii) Recherches sur les facteurs influençant l'apprentissage.

- Etude sur les effets du renforcement et du feedback.
- Etude sur l'influence des facteurs sociaux.
- Etude sur les caractéristiques individuelles.
- Cueillette et analyse de données sur des systèmes pédagogiques existants.

---

* L'expression est de Gagné: "The conditions of learning".

iii) Recherches sur les techniques d'organisation et de communication de la connaissance.

- Recherches sur l'efficacité des divers média.
- Comparaison entre les média.
- Relation entre les processus d'apprentissage et les séquences d'enseignement.
- Etc.

b) Principaux modes d'utilisation de l'ordinateur pour la recherche pédagogique.

i) *Banques d'information.*

- Cueillette de données empiriques.
- Mémorisation des informations produites lors d'expériences à long terme.
- Etc.

ii) *Simulateur*

La simulation permet la validation de modèles dynamiques, la vérification de l'influence de divers facteurs sur une situation initiale hypothétique, l'optimisation des processus simulés, etc.

iii) *L'enseignement de type tutoriel* est utilisé très largement pour l'étude des facteurs influençant l'apprentissage. Ce mode d'utilisation permet, en plus de garder une trace de toutes les interactions entre le sujet et la machine, de pouvoir reproduire un grand nombre de situations d'enseignement en faisant varier à volonté les variables qu'on veut étudier.

c) Avantages de l'utilisation de l'ordinateur en recherche pédagogique.

i) L'ordinateur permet de traiter de vastes ensembles de données de façon précise et rapide. Il peut garder en mémoire une quantité presqu'illimitée d'informations.

ii) Lorsqu'on utilise les simulations ou *l'enseignement de type tutoriel*, on crée une situation de laboratoire où l'expérimentateur a un contrôle plus grand sur les variables à l'étude ou sur celles qui pourraient influencer indûment l'expérience.

iii) L'ordinateur permet l'utilisation immédiate, de façon dynamique, des résultats enregistrés à une étape d'une expérience et leur utilisation lors des étapes ultérieures de la même expérience.ou d'expériences subséquentes.

2.6 Conclusions sur l'*instrument de laboratoire*.

On pourra constater, dans le troisième tome de ce rapport (Etendue), la rapidité avec laquelle l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de laboratoire* s'est développée. Le phénomène est particulièrement sensible aux Etats-Unis mais se manifeste à l'échelle mondiale. Cette expansion est sans doute due, pour une large part, aux développements techniques dans le domaine de l'informatique et des télécommunications, mais elle reflète aussi une volonté certaine de mettre l'étudiant en contact direct avec l'ordinateur afin de rendre plus dynamique son apprentissage et de l'exposer à un environnement dans lequel il aura à vivre dans un avenir prochain.

Les systèmes conversationnels développés spécialement pour l'enseignement (ou l'apprentissage) ont été conçus de façon à faciliter l'utilisation de l'ordinateur. Sur le plan pédagogique, cette facilité d'accès se double d'une relative simplicité dans la mise en place des éléments nécessaires aux diverses applications*. L'ordinateur utilisé comme *instrument de laboratoire*, est un objet utilisable par tous, à divers degrés, indépendamment des théories de l'apprentissage auxquelles on adhère, ou des méthodologies qu'on préconise. Il peut faire vivre des

---

* Cette simplicité est *relative* aux autres types d'applications où la préparation du matériel pédagogique requiert un travail considérable. C'est le cas de l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique et d'enseignement*.

expériences d'apprentissage qu'aucun autre moyen ne permettrait. C'est particulièrement le cas des activités où l'ordinateur joue le rôle d'*automate* ou de *simulateur*.

Cependant, l'absence quasi totale d'expériences contrôlées, à caractère scientifique, qui viendraient appuyer les affirmations parfois étonnamment optimistes des promoteurs et des utilisateurs de ces systèmes, ne permet pas toujours de se faire une idée juste de leur valeur réelle sur le plan pédagogique. Ceci est particulièrement regrettable pour les domaines où des coûts considérables pourraient être encourus par une généralisation des applications.

2.7 Comptes rendus d'expériences.

COMPTE RENDU NUMERO 1

ORGANISME CONCERNE : CEGEP de Shawinigan.

UTILISATION : *Instrument de laboratoire.*

NIVEAU : Collégial.

MATIERE : Chimie.

REFERENCE : [3].

COMMENTAIRES :

Il a fallu 10 heures pour initier 40 étudiants aux possibilités du système conversationnel ITF. Un seul terminal était disponible.

RESULTATS :

Parmi les élèves on a relevé

62% de satisfaction quant à l'utilisation en mode *calculateur*;

100% de satisfaction en mode *automate*;

77% de satisfaction en mode *banque de questions*.

De plus 89% désirent recommencer à utiliser ITF l'année suivante.

COMPTE RENDU NUMERO 2

ORGANISME CONCERNE : Los Angeles County General Hospital

UTILISATION : *Simulateur*

MATIERE : Médecine: anesthésiologie

REFERENCE : [1].

COMMENTAIRES :

Les étudiants ont à leur disposition un mannequin: "Sim One", contrôlé par ordinateur. Il respire, il a des battements de coeur, des pulsations temporales et carotides et une tension artérielle. Il réagit aux injections appliquées par masque ou tube.

On voulait vérifier si cinq internes, en s'entraînant sur le mannequin(groupe expérimental) réussiraient à atteindre un niveau professionnel de compétence en "endotracheal intubation" avec moins d'essais en salle d'opération que les cinq autres internes (groupe contrôle). On espérait également que les étudiants du groupe expérimental mettraient moins de temps à acquérir un niveau de compétence après leur premier essai en salle d'opération que le groupe contrôle. Les étudiants du groupe expérimental ont passé entre 5.5 et 9.5 heures avec "Sim One".

.../

RESULTATS:

Pour atteindre le critère "neuf résultats positifs sur dix", il a fallu en moyenne 30.0 essais en salle pour le groupe expérimental et 57.8 pour le groupe contrôle; la différence est significative ($p < .05$).

Outre le gain possible d'environ trois-quart du temps, les auteurs pensent que cette méthode pourrait épargner aux patients un certain nombre de maux.

COMPTE RENDU NUMERO 3

ORGANISME CONCERNE : Université J. Hopkins à Baltimore

UTILISATION : *Simulateur*

NIVEAU : Secondaire

MATIERE : Géographie économique

REFERENCE : [44]

COMMENTAIRES :

L'expérience concernait de 20 à 40 étudiants. Le joueur placé à la tête d'un pays doit en modifiant certains paramètres lui donner le plus haut niveau de vie possible.

RESULTATS :

On n'a pas trouvé de différence significative quant à la motivation et l'apprentissage parmi 22 étudiants de huitième année de faible habileté. Même résultat parmi 32 étudiants de huitième année d'habileté moyenne et supérieure. Même résultat pour 40 étudiants de dixième et onzième année.

De plus on a remarqué une attitude enthousiaste des élèves et des professeurs qui participèrent à la simulation.

.../

Avec l'instrument de mesure utilisé, les auteurs concluent qu'il n'y a pas toujours de relation entre l'enthousiasme et l'apprentissage ni entre l'enthousiasme et la motivation à apprendre.

COMPTE RENDU NUMERO 4

ORGANISME CONCERNE : Montgomery College Maryland

UTILISATION : *Simulateur*

NIVEAU : Secondaire

MATIERE : Physique: mécanique des chocs

REFERENCE : [4]

COMMENTAIRES :

80 étudiants ont passé un pré-test de 4 questions. 68 n'ayant pas atteint l'objectif final, sont répartis en deux groupes: 29 dans le groupe expérimental avec ordinateur et 39 dans le groupe contrôle.

Après 55 minutes de classe pour chaque groupe il y avait travaux pratiques sur ordinateur pour le groupe expérimental et au laboratoire pour le groupe contrôle. Le lendemain les élèves passaient un post-test de 4 questions.

RESULTATS :

Pour le pré-test:

GROUPE	MOYENNE	ECART-TYPE
EXPERIMENTAL	1.72	.87
CONTROLE	2.31	.88

Le groupe contrôle était de façon significative supérieur au groupe expérimental *avant* les travaux pratiques.

Pour le post-test:

GROUPE	MOYENNE	ECART-TYPE
EXPERIMENTAL	3.21	.66
CONTROLE	2.72	.75

Le groupe expérimental était de façon significative supérieur au groupe contrôle *après* les travaux pratiques.

On remarque une augmentation notable de la moyenne du groupe expérimental par rapport à celle du groupe contrôle.

GROUPE	AUGMENTATION DE LA MOYENNE
EXPERIMENTAL	1.48
CONTROLE	.41

CLASSIFICATION DES UTILISATIONS DE L'ORDINATEUR A DES FINS PEDAGOGIQUES

INSTRUMENT DE LABORATOIRE

- APPAREIL ELECTRONIQUE
- CALCULATEUR
- AUTOMATE
- SIMULATEUR
- INSTRUMENT DE RECHERCHE PEDAGOGIQUE

INSTRUMENT DE GESTION PEDAGOGIQUE

- BANQUES D'INFORMATION
- EVALUATION
  - ANALYSE ET TRAITEMENT DE REPONSES
  - GENERATION ET CORRECTION DE QUESTIONNAIRES
  - EVALUATION INDIVIDUALISEE
- GESTION DE CHEMINEMENT

INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT

- EXERCICES REPETES
- ENSEIGNEMENT DE TYPE TUTORIEL
- ENSEIGNEMENT DE TYPE NON-DIRECTIF

CHAPITRE 3

L'ORDINATEUR COMME *INSTRUMENT DE GESTION PEDAGOGIQUE*

3.0 Introduction.

3.0.1 Présentation du contexte.

Une tendance relativement nouvelle en pédagogie (surtout nord-américaine) est celle de concevoir la solution des problèmes pédagogiques dans un contexte global où les différents éléments (composantes ou fonctions) du système (transmission et contrôle des connaissances, performance de l'individu et du système, etc) sont interreliés. On parle souvent, d'*approche systémique* ("System Approach")*.

On considère que les problèmes rencontrés en éducation sont globaux. Les besoins en information sont considérables tant du point de vue de l'étudiant (on

---

* Une bonne définition du"system Approach" en éducation a été donnée par le "Department of Audio-Visual Instruction Commission" (U.S.):

"An integrated programmed complex of instructional media, machinery and personnel whose components are structured as a simple unit with a schedule of time and sequential planning. Its purpose is to insure that the components of the organic whole will be available with proper characteristics at the proper time to contribute to the total system, and in doing to fulfill the goals which have been established" [21, p.64].

parle d'explosion des connaissances), du professeur que de l'administrateur dont les décisions affectent l'ensemble du système d'éducation. Les implications pédagogiques, sociales et économiques* de ces décisions accentuent encore l'importance d'avoir accès à une information globale concernant l'état de l'ensemble du système à un moment donné et les effets des changements introduits dans ce système. Ces soucis d'ordre général se retrouvent au niveau de l'individu et de son activité dans le système au moment où il doit prendre des décisions concernant sa carrière professionnelle et académique, et jusqu'aux détails du choix de ses objectifs pédagogiques, de ses activités d'apprentissage, etc.

Dans un tel contexte, le rôle des personnes impliquées dans tout le système d'éducation (étudiants, personnel professionnel et enseignant, administrateurs, etc) en est un de *gestion* des ressources pédagogiques. En ce qui concerne le rôle du professeur, par exemple, P. David Mitchell de l'université Sir George Williams écrivait:

> "Recent educational technology research and practice has emphasized not only the institutionalized remplacement of some instructional functions of the teacher by other means and modes of instruction but also the changing nature of the teacher's role towards that of manager of the educational process". [47, p.223].

---

* Le budget de l'éducation des pays industrialisés atteint le tiers de leur budget total.

L'approche systémique en éducation et la notion de gestion pédagogique ("Instructional Management") ont été le centre d'un intérêt croissant de la part des théoriciens et des praticiens de l'enseignement depuis quelques années. Par exemple la revue Educational Technology présentait, en 1970, sept(7) articles dont le titre comportait le mot "Management": Ce nombre passait à 22 en 1971. Depuis juin 1972 la revue porte en sous-titre la mention "The Magazine for *Managers* of Change in Education". Il serait difficile aujourd'hui de consulter une revue dans le domaine de l'enseignement sans se voir proposer un modèle de système de gestion pédagogique.

Bien que différents dans les détails,ces modèles ont en commun un certain nombre de caractéristiques, notamment:

a) Toute définition de système procède à partir d'une définition stricte des *besoins* que le système cherche à combler. Ces *besoins* sont tantôt exprimés en termes de *problèmes à résoudre*, tantôt en termes d'*objectifs à atteindre*. La définition des besoins se fait par une analyse de la situation *actuelle* et la description de la situation désirée. La différence entre ces deux *états* constitue la définition du besoin ou délimite les changements à apporter.

b) L'approche systémique demande qu'on définisse les étapes d'élaboration du système proposé. Chaque étape est elle-même composée d'opérations à effectuer et de contrôles visant à déterminer l'efficacité de ces opé-

rations lors de l'élaboration du système ou une fois le système implanté.

c) Les modèles de *gestion pédagogique* prévoient tous de nombreux mécanismes permettant de réintroduire dans le système, à diverses étapes, les données que l'évaluation a fournies. Le feedback permet une adaptation dynamique du système aux conditions changeantes de l'environnement.

d) Enfin, faciliter les transferts d'information entre les composantes du système est un élément essentiel de tout modèle de système de gestion pédagogique.

3.0.2 Les éléments didactiques de la gestion pédagogique.

Les grandes caractéristiques des modèles de *gestion pédagogique* énoncées plus haut trouvent une correspondance directe sur le plan didactique:

a) A la définition initiale des *besoins* correspond la formulation des objectifs pédagogiques.

b) A la définition des étapes d'élaboration du système correspondent la définition des étapes de l'activité de l'étudiant dans l'atteinte de ses objectifs et la détermination de son cheminement dans un cours. Aux opérations de contrôle répond l'évaluation des apprentissages effectués par l'étudiant. Cette évaluation

---

* On entend ici par cours toute séquence d'enseignement visant l'atteinte d'objectifs.

se fait en vérifiant l'atteinte des objectifs proposés.

c) Au feedback correspond le *diagnostic* auquel donne lieu l'évaluation. Selon ses résultats, on présente à l'étudiant des choix d'activités lui permettant soit d'atteindre les objectifs qu'il n'a pas réussis, soit de progresser vers de nouveaux objectifs.

d) Enfin, faciliter les transferts d'information correspond aux disponibilités nouvelles qu'on offre à l'étudiant pour lui permettre de connaître les objectifs qui lui sont proposés ou qu'il a à choisir, les résultats aux différents tests ou exercices de façon immédiate ou assez rapide, la gamme d'activités d'apprentissage dans lesquelles il peut s'engager en vue d'atteindre ses objectifs, etc.

3.0.3 Les applications de l'ordinateur.

Dans le domaine de la *gestion pédagogique* l'ordinateur s'est avéré un outil précieux grâce à ses capacités considérables de mémorisation et à sa vitesse de traitement de l'information. Dans les pages qui suivent nous décrivons trois grands types d'utilisation de l'ordinateur qui, aux Etats-Unis surtout, ont connu un essor considérable:

- Les *banques d'information* permettent la mise en disponibilité de renseignements concernant le *savoir* à transmettre, les endroits où le trouver, les média utilisés dans sa transmission etc. En général, elles

jouent un rôle pour faciliter le transfert de l'information entre les éléments du système d'enseignement.

- L'utilisation de l'ordinateur en *évaluation* facilite la rédaction et la correction des tests et exercices utilisés soit par le professeur, soit directement par l'étudiant. Ce type d'utilisation regroupe lui-même trois applications différentes que nous définissons lors de la présentation de l'application.

- La *gestion de cheminement* utilise les ressources techniques et pédagogiques mises en place à l'occasion de l'utilisation des deux types précédents d'applications pour permettre au professeur et à l'étudiant, en classe ou de façon isolée, de procéder de façon systématique dans leur activité de transmission et d'acquisition des connaissances, tout cela, dans le cadre d'une individualisation de l'enseignement.

3.1 *Banques d'information*.

3.1.1 Présentation.

Il s'agit ici des applications où l'ordinateur sert à emmagasiner et à retrouver de l'information. Cette information peut être très diverse, et l'utilisateur des *banques d'information* peut être, selon les cas, le pédagogue ou l'étudiant lui-même.

En anglais, on nomme cette application "Information Storage and Retrieval" ou tout simplement, "Information Retrieval".

3.1.2 Exemples.

i) Depuis 1970, la NASA exploite une banque d'information scientifique (comptes rendus d'expériences) au collège Park du Maryland. Le système permet à l'utilisateur de définir ses besoins en dactylographiant quelques ordres simples (mots-clés ou codes). L'ordinateur analyse la demande à partir de ces mots et présente les citations correspondant à chaque code ou à chaque mot-clé employé dans la demande. L'usager choisit alors la citation qui l'intéresse, et l'ordinateur lui en fournit le numéro d'ordre. Ce numéro permettra à l'utilisateur de retrouver la micro-fiche correspondante, de la consulter ou d'en obtenir une copie [14].

ii) L'utilisation de *banques d'information* trouve

une application naturelle en orientation. A l'université de Pennsylvanie, par exemple, les étudiants peuvent consulter l'ordinateur pour avoir de l'information sur les professions qui les intéressent. Ces renseignements portent, par exemple, sur les salaires, les tâches, les pré-requis académiques, etc., associés aux différentes professions [33, p.22].

iii) Au Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.), on a élaboré un système de *banque d'information* à l'intention des étudiants. Le système permet aux étudiants d'obtenir des informations dans le domaine de la physique, en temps réel ou différé. L'étudiant peut effectuer sa recherche à l'aide de mots-clés ou d'un index de citations; il peut également retrouver une information en spécifiant le nom d'un auteur, le titre d'un article, ou d'un livre, l'endroit où une expérience a eu lieu, ou une combinaison de ces informations [33, p.22].

3.1.3 Aspects pédagogiques.

Il est devenu un lieu commun en pédagogie de parler "d'explosion des connaissances", ou de l'information. Cette explosion ne touche pas seulement l'ensemble du savoir disponible et susceptible d'être transmis, mais aussi l'information concernant les "endroits" où ce savoir est emmagasiné, les techniques qui faciliteront sa transmission, les méthodes d'évaluation de l'efficacité de cette transmission, etc.

L'utilisation pédagogique des *banques d'information* vise à faciliter la cueillette, la rétention et la recherche de ces informations. Les trois premiers exemples cités plus haut présentaient des *banques d'information* gérées par ordinateur, à l'intention des étudiants. L'ordinateur y devient un instrument de recherche de renseignements susceptibles de provoquer chez eux des apprentissages. Ce mode d'utilisation laisse entière liberté à l'étudiant.

Les mêmes systèmes d'interrogation de *banques d'information* peuvent servir également au professeur pour localiser des renseignements sur le contenu de ses cours. Il existe aussi de nombreux cas d'utilisation de l'ordinateur pour la gestion de *banques d'information* qui ont pour but de rendre plus efficaces certaines tâches à caractère clérical remplies par le professeur. Par exemple, "Instructional Objectives Exchanges" (IØX) à Los Angeles, est en train de mettre sur pied une banque d'objectifs pédagogiques permettant aux professeurs de toute discipline de retrouver facilement des objectifs pédagogiques qu'ils peuvent utiliser directement, ou qui leur permettront de réduire le temps accordé à la rédaction de leurs propres objectifs pédagogiques. Cette banque n'est pas encore informatisée bien que ses créateurs en prévoient une automatisation éventuelle [55].

Un autre exemple d'aide que peut apporter la gestion de *banques d'information* au professeur, est le sys-

tème CTSS* qui permet entre autre de produire des listes de questions selon les spécifications du professeur [43]. A partir des listes de questions, le professeur peut construire rapidement des questionnaires d'exercices et de tests.

Plus globalement, et dans le sens indiqué dans l'introduction de ce chapitre, l'ordinateur est utilisé comme lieu de rencontre et comme médium de transmission de toute l'information nécessaire aux différents participants du système scolaire, et de toute l'information générée par ce système dans le cours de ses opérations.

3.1.4 Un autre exemple: UDEANS.

Un exemple typique d'utilisation pédagogique de *banques d'information* est le système UDEANS développé au "College of Social Science at Michigan University" [73].

Le système UDEANS a été développé à partir d'un modèle de gestion des ressources et des communications au niveau universitaire. Dans leur article, John F. Vinsonhaler, Daniel Millin et Gerald M. Gillmore, présentent d'abord ce modèle, puis expliquent le système informatique auquel il a donné naissance.

Le modèle considère l'école comme un simple système d'information basé sur les processus de prises

---

* Classroom Teachers Support System, développé par Los Angeles City Unified School District et IBM.

de décisions et de communications entre trois groupes distincts d'individus: *la communauté en général*, (le groupe qui dispense le support matériel fondamental au système), *le personnel professionnel** (le groupe qui dispense les services pédagogiques: administrateurs et enseignants) et *les étudiants* (le groupe qui utilise ces services). Le modèle (cf figure 8) suppose que les personnes impliquées dans le système scolaire ont à effectuer trois grands types d'activités:

- la conception pédagogique ("Instructional design") au niveau du choix des objectifs pédagogiques;
- le développement de programmes d'études visant à permettre à l'étudiant l'atteinte des objectifs ("Instructional development");
- la distribution des ressources financières, humaines et pédagogiques entre les différents programmes d'études ("Instructional allocation")**.

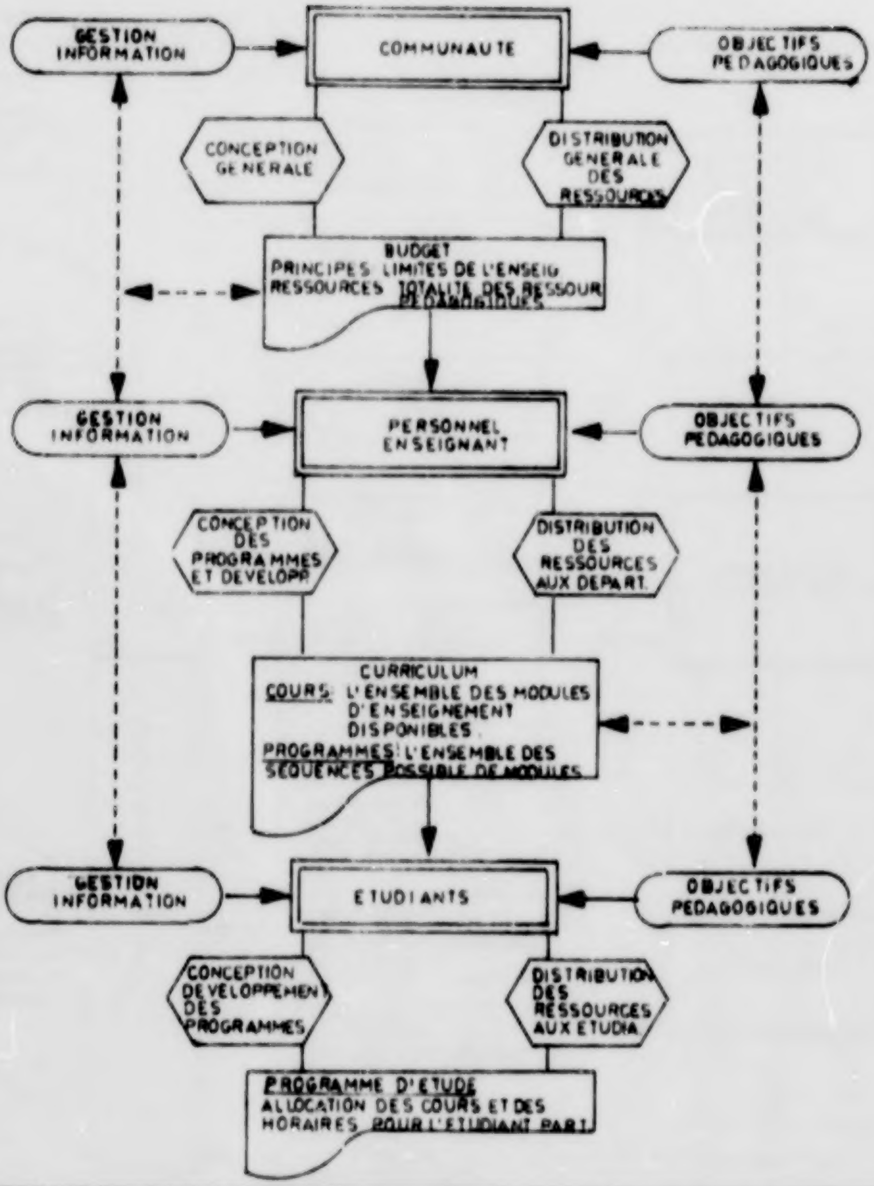
Ce modèle a donné naissance au système informatique (cf figure 9) dont les principales composantes sont:

- un ordinateur;
- un ensemble de programmes permettant le traitement de fichiers;
- des données concernant le curriculum (objectifs pédagogiques, programmes d'étude, ressources disponibles, etc.) et les personnes impliquées dans le système d'enseignement (personnel et étudiants).

---

* "The faculty"

** Ce paragraphe est une adaptation du texte anglais original.



SYMBOLES:

(hexagone)	INDIQUE LES DECISIONS A PRENDRE CONCERNANT LA CONCEPTION, LE DEVELOPPEMENT ET L'ALLOCATION DES RESSOURCES.
- - - -	INDIQUE LES LIGNES DE COMMUNICATION NECESSAIRES A LA PRISE DE DECISION: ECHANGE D'INFORMATION DE GESTION ET DES OBJECTIFS PEDAGOGIQUES
(document)	INDIQUE LE RESULTAT DES DECISIONS: BUDGET, CURRICULUM ET PROGRAMMES D'ETUDES.

FIGURE 8 MODELE DU SYSTEME D'INFORMATION POUR LA GESTION DES COMMUNICATIONS ET DES RESSOURCES EN ENSEIGNEMENT SUPERIEUR (UDEANS) (73, P. 33)

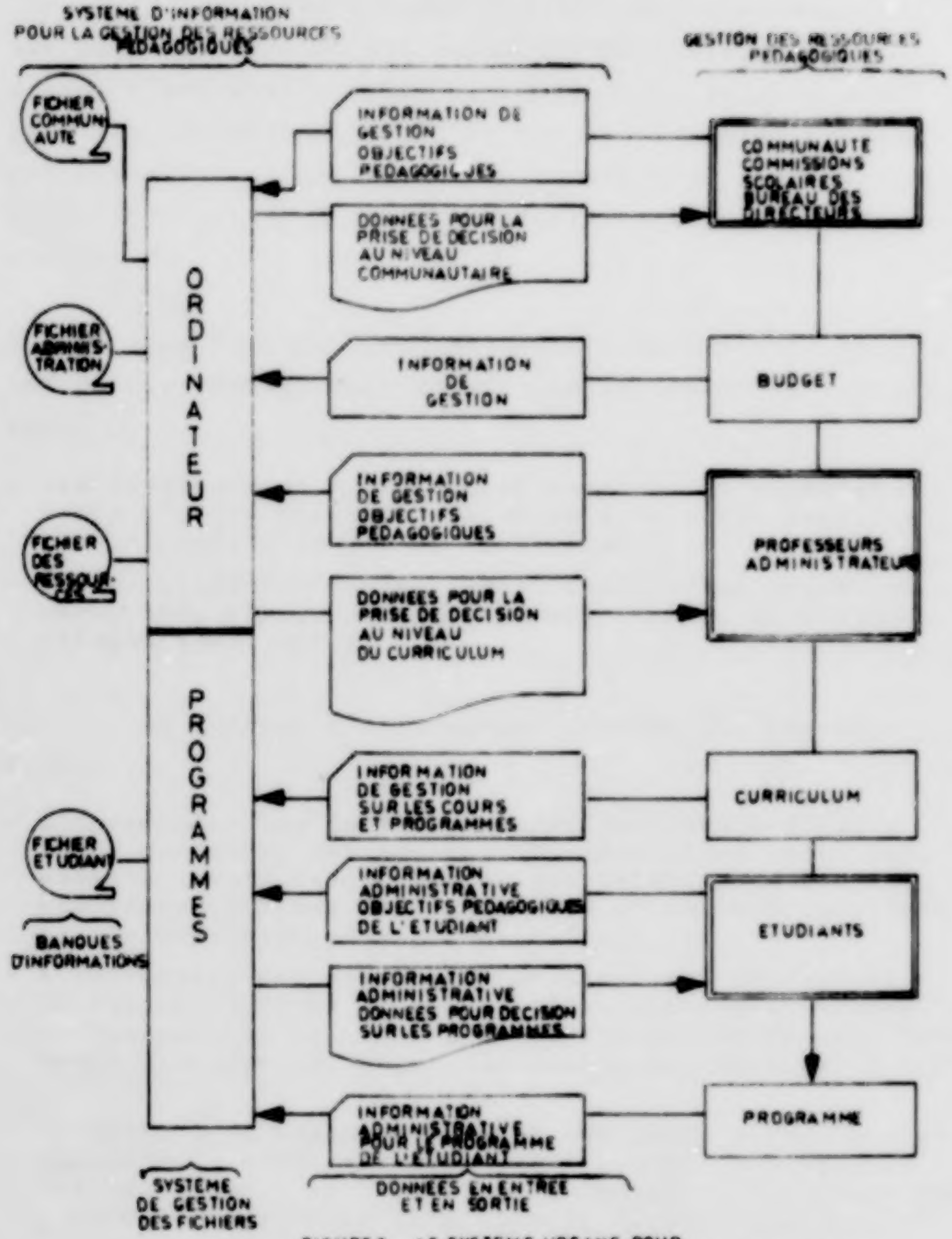


FIGURE 9. LE SYSTEME UDEANS POUR LA GESTION DES RESSOURCES PEDAGOGIQUES PAR ORDINATEUR – SCHEMA TRADUIT – [73, P. 34]

Il est bien évident que le caractère pédagogique de l'application est donné par la troisième composante, c'est-à-dire celle du contenu des données traitées par le système. Pour ce qui est des deux premières composantes, on les retrouve dans tout système d'information utilisé à des fins administratives ou commerciales.

Les fichiers (ou banques d'information*) traités par le système contiennent des informations concernant:

- les étudiants et le personnel enseignant: renseignements d'ordre biographique ou au niveau des intérêts sur les sujets reliés au curriculum;
- les programmes d'étude (identification des cours: numéro, nom, etc., coût, équipement requis, objectifs pédagogiques, etc.).

Le système d'information produit des rapports divers .

- L'inventaire des intérêts académiques des étudiants et du personnel enseignant. Un même cours peut, par exemple, avoir été jugé très peu intéressant par les étudiants (2.8 sur une échelle de 5) et très important par le personnel enseignant (4.2 sur 5).
- L'inventaire des ressources en personnel enseignant. Ce rapport indique le nombre d'étudiants dont chaque professeur est le tuteur, le nombre de comités sur lesquels il siège, ou encore le nombre de cours qu'il donne.
- un guide pour chaque étudiant. Ce guide permet à chacun de voir s'il rencontre les exigences académiques des cours où il est inscrit, de connaître les cours qui lui sont disponibles dans l'ordre de ses intérêts, etc.

---

* Ces deux termes peuvent être considérés comme synonymes dans ce texte.

Un tel système permet la cueillette, le traitement et la transmission d'informations qui servent aux étudiants, aux professeurs et aux administrateurs dans la planification de leurs activités respectives.

3.1.5 Aspects techniques.

La préparation nécessaire à l'utilisation de l'ordinateur pour la gestion de *banques d'information*, est surtout associée à la cueillette, l'analyse, la structuration et la classification de l'information qu'on désire emmagasiner et retrouver. La mise en place des programmes de traitement (le travail informatique proprement dit), ne constitue pas l'étape la plus complexe dans l'élaboration de ces systèmes. La mise à jour subséquente des fichiers est une opération qui demande beaucoup de temps.

Sur le plan de l'équipement, on trouve, en général, trois types d'installation .

i) Traitement par lots et transport manuel des demandes et des réponses. Dans ces cas, l'utilisateur n'a pas de terminal à sa disposition. Il doit faire parvenir ses demandes à un centre de traitement par la poste ou par courrier interne. Il reçoit la réponse à sa demande de la même façon.

ii) Traitement par lots sur place. Dans ces cas, l'utilisateur a un terminal (généralement un lecteur de cartes et une imprimante) à sa disposition.

iii) Traitement en temps réel. L'utilisateur a accès à un système conversationnel grâce à un terminal interactif (généralement de type machine à écrire).

Dans la plupart des cas, lorsque l'application est destinée aux étudiants, on traite les données en temps réel à l'aide de terminaux individuels.

Dans le cas d'utilisation visant le personnel enseignant, on utilise i) et ii). Dans le premier cas, évidemment, le temps écoulé entre la demande de renseignements et la réception de l'information est largement plus important que dans le deuxième cas. CTSS, par exemple, utilise actuellement le premier type de système (ceci n'est pas une restriction technique mais économique, puisqu'ainsi on minimise le nombre de terminaux utilisés). Un professeur peut attendre trois jours pour recevoir un questionnaire après en avoir fait la demande. S'il avait eu un lecteur de cartes dans son école, il aurait probablement obtenu son questionnaire le même jour.

3.1.6 Résultats expérimentaux.

Il n'existe à peu près pas d'exemple de recherche sur l'efficacité *pédagogique* d'une utilisation de l'ordinateur pour la gestion de *banques d'information*.

L'université de Stanford a tenté une expérience visant à mesurer l'attitude des utilisateurs d'un système

automatisé d'information. Ces derniers avaient à leur disposition quatre commandes principales leur permettant soit de choisir une information, soit d'en combiner plusieurs, de les faire afficher sur un écran cathodique et même de les faire imprimer. Neuf personnes ont servi à l'expérimentation. Un interview enregistré a permis de relever les appréciations suivantes:

- la grande vitesse du système sauve du temps à l'usager,
- le fait de pouvoir combiner des informations est une caractéristique intéressante.
- il faut cependant beaucoup de temps pour maîtriser les commandes du système.

Une observation ultérieure faite avec dix-neuf (19) utilisateurs confirma ces dernières appréciations.

Signalons enfin que, de façon générale, une *banque d'information* rend disponible à quiconque y a accès et à n'importe quel moment, la même quantité d'information et le même contenu.

3.2 *Evaluation*.

L'évaluation en enseignement individualisé joue un rôle central qui touche à la fois l'étudiant dont la progression doit être contrôlée, et le système global qu'il faut modifier en fonction des résultats obtenus.

Les applications de l'ordinateur regroupées sous la catégorie *évaluation* rendent disponibles au professeur et à l'étudiant des outils facilitant cette évaluation.

Nous avons distingué, dans notre classification trois types d'applications très répandus actuellement. Il s'agit de:

- l'*analyse et traitement de réponses*. L'ordinateur sert à corriger, compiler et analyser les résultats obtenus aux tests,

- la *génération et correction de questionnaires*. Ici le professeur (et occasionnellement l'édudiant) a accès à une banque de questionnaires et à des programmes de correction des réponses. Les questionnaires peuvent être utilisés soit pour l'évaluation des étudiants, soit pour leur servir d'exercices.

- l'*évaluation individualisée*. Il s'agit ici d'utiliser l'ordinateur pour générer un questionnaire où le choix de chaque question est fonction des résultats antérieurs de l'étudiant.

3.2.1 *Analyse et traitement de réponses.*

3.2.1.1. Présentation.

Il s'agit ici de l'utilisation d'ensembles de programmes qui permettent, à partir des réponses des étudiants à un questionnaire, de les corriger, de les compiler et de produire des résultats utilisables par le professeur dans la planification de son enseignement.

3.2.1.2. Exemple*

Le programme "Epic:Fast" [36] est un bon exemple des possibilités d'utilisation de ce type d'application.

"Epic:Fast" a été conçu pour être utilisé par le professeur en classe. Celui-ci fournit à l'ordinateur des cartes lui indiquant :

- les réponses de ses étudiants à un ou plusieurs questionnaires;
- la grille de correction des questionnaires indiquant la bonne réponse pour chaque question;
- la liste des traitements qu'il voudrait faire exécuter sur ces données (i.e. impression des résultats par étudiant, nombre d'étudiants ayant réussi chaque question, corrélation entre les questions, etc.). Ces choix sont exprimés au système à l'aide de jeux de cartes fournis par le constructeur.

---

* Etant donné la simplicité relative de l'application, nous n'en donnerons qu'un exemple.

Le professeur peut également faire traiter des résultats de tests déja corrigés manuellement, s'il le désire.

"Epic:Fast", à partir de ces données, exécutera les traitements désirés et fera imprimer les résultats, (sous forme de tableaux, de courbes, d'histogrammes), sur des formulaires variés selon le choix du professeur.

3.2.1.3 Aspects pédagogiques.

L'*analyse et traitement de réponses* est une application assez répandue de l'ordinateur et elle touche, dans sa forme décrite ici, le professeur dans son activité de tous les jours. En effet, la correction de tests et de questionnaires d'exercices est certainement un des travaux les plus fastidieux auxquels le professeur est astreint. Par contre, ces contrôles qui n'ont souvent pour but que de prendre le pouls de la classe et de permettre un ajustement de l'enseignement, sont nécessaires à l'efficacité de cet enseignement. Aussi, s'est-il fait beaucoup de recherches et d'élaborations de systèmes visant à rendre accessibles aux professeurs dans l'environnement de sa classe, des outils lui permettant d'utiliser les ressources de l'ordinateur pour effectuer la correction et les compilations statistiques demandées par l'utilisation des tests. Les indications pédagogiques que peuvent dégager ces programmes sont de deux ordres:

- indications sur la conduite de l'enseignement en permettant de voir de façon claire les faiblesses des étudiants d'une classe en général, de groupes ou d'individus particuliers;
- indications sur la valeur des tests eux-mêmes, en permettant une analyse de chaque question au niveau de sa difficulté, de son indice de discrimination, etc., et une analyse du test en général.

Evidemment, de tels programmes peuvent également devenir des outils de recherches pédagogiques puissants.

3.2.1.4. Aspects techniques.

En ce qui concerne le mode de traitement et l'équipement généralement utilisé pour l'*analyse et traitement de réponses*, la nature même de l'application explique l'utilisation actuelle du traitement par lots et de terminaux rapides pour les entrées/sorties (lecteur de cartes et imprimante).

Les programmes statistiques incorporés à ces "packages" utilisent des techniques depuis longtemps exploitées en statistique traditionnelle et ne représentent aucune difficulté particulière de programmation.

Au niveau de l'analyse des réponses, cependant, tous les systèmes de ce genre ne corrigent que les réponses à choix multiples (le vrai ou le faux étant un cas particulier du choix multiple). Quelques programmes (rares) accepteront les réponses numériques. Cette universalité du choix multiple, gênante au point de vue

pédagogique, a deux causes principales:

- la difficulté de la correction des réponses ouvertes;
- l'obligation (pour des raisons d'économie de temps et d'équipement) d'utiliser le lecteur de cartes et le lecteur optique pour enregistrer les réponses.

3.2.1.5 Résultats expérimentaux.

L'utilisation de l'ordinateur pour *l'analyse et le traitement de réponses* est une application technique. Les expériences affectant le développement de cette application se font généralement sans l'aide de l'ordinateur. Elles visent à démontrer la possibilité de l'analyse de réponses ouvertes, la supériorité de l'utilisation de réponses construites sur les réponses à choix multiples quant à la précision de la mesure, etc.

L'intérêt, pour le professeur, de programmes de correction des réponses, de compilation et de traitement statistique des résultats, est une évidence et n'a pas fait l'objet de recherches en tant que tel. Ce type d'utilisation est surtout associé aux applications de *génération et correction de questionnaires* et d'*évaluation individualisée* et, du point de vue de l'analyse même de la réponse, d'*enseignement de type non-directif*.

3.2.2 *Génération et correction de questionnaires.*

3.2.2.1 Présentation.

Il s'agit ici de l'utilisation de l'ordinateur pour produire et corriger des ensembles de questions définis à l'avance.

3.2.2.2 Exemples.

i) A l'Ecole Polytechnique de Montréal on a mis sur pied un système de *génération de questionnaires* permettant aux professeurs d'obtenir à n'importe quel moment, pour un ou plusieurs étudiants des questionnaires différents au point de vue de la forme (par exemple différence dans les choix proposés) mais mesurant les mêmes comportements, pour un questionnaire donné.

Le système permet au professeur d'introduire ses questionnaires sur fichier, de les retrouver au moment où il en a besoin, de faire corriger les réponses données sur cartes par les étudiants, et d'imprimer les résultats des questionnaires. Les questionnaires de différents professeurs peuvent évidemment être utilisés par l'ensemble des professeurs.

Toutes les questions (même celles demandant des réponses numériques) sont à choix multiple [40].

ii) Au cours de l'année scolaire 1971-72, monsieur Gérard Delord a expérimenté à l'Académie Saint-

Louis de Québec, une forme d'évaluation par ordinateur. Des questionnaires associés aux objectifs d'un cours de physique ont été emmagasinés sur fichier. Les étudiants étaient questionnés et répondaient à l'aide du système conversationnel ITF. Tous les questionnaires comportaient les mêmes questions. L'utilisation d'un système conversationnel permettait d'utiliser non seulement les questions à choix multiples mais les questions demandant des réponses numériques. De plus, les étudiants recevaient immédiatement, à la suite de chaque réponse, un commentaire leur confirmant leur réussite ou leur indiquant leur erreur [15].

3.2.2.3 Aspects pédagogiques.

Un questionnaire d'évaluation n'est pas qu'une liste de questions choisies au hasard parmi un ensemble de questions portant sur un même sujet. Un questionnaire (pour fin de test) est un ensemble de questions organisé et vérifiant l'atteinte d'objectifs connus (les objectifs d'un enseignement particulier). Dans le premier exemple que nous avons donné, le professeur pouvait spécifier la matière précise sur laquelle il désirait le questionnaire, et le degré de difficulté des questions. Le niveau de l'objectif mesuré pourrait être une autre variable.

La *génération et correction de questionnaires* se présente généralement de deux façons différentes selon l'utilisation éventuelle:

- de nombreux systèmes ont été conçus pour alléger la

tâche du professeur en mettant à sa disposition des questionnaires déja préparés, dont la correction est effectuée automatiquement, et dont les résultats sont présentés sous forme directement utilisable pour l'orientation de son enseignement (cf premier exemple);

- des systèmes permettent à l'étudiant d'être évalué directement par l'ordinateur. Généralement cette forme d'évaluation permet une forme d'enseignement correctif par le moyen des commentaires immédiats que l'étudiant peut recevoir (cf deuxième exemple).

Evidemment les questionnaires ainsi générés peuvent servir à présenter des exercices aux étudiants.

3.2.2.4 Aspects techniques.

La *génération et correction de questionnaires* n'est, sur le plan informatique, qu'une forme particulière d'utilisation de banques de questions, associée à une possibilité de *traitement de réponses* d'étudiants. Les aspects techniques décrits pour ces deux utilisations (3.1.5 et 3.2.1.4) s'appliquent ici.

L'utilisation d'un système conversationnel pour la *génération de questionnaires* permet cependant une flexibilité considérable quant à la disponibilité des questionnaires et à l'utilisation de questions ouvertes numériques ou même construites par l'étudiant. Elle rend également possible de donner à l'étudiant un feedback immédiat.

3.2.2.5 Relations avec les autres applications

Nous avons parlé de la gestion de banques de questions en présentant l'application *banque d'information*. Dans cette application, l'utilisateur peut faire la demande de questions en donnant certaines spécifications. Cependant, l'information qu'il reçoit ne constitue pas un questionnaire proprement dit, mais une simple liste de questions qu'il peut utiliser par la suite. Le système CTSS* est un système de gestion de banques de questions. Il peut cependant servir à la *génération et correction de questionnaires*. Le professeur, en effet, à partir des listes de questions que lui fournit le système peut se constituer un ou des questionnaires qui seront conservés comme tels par l'ordinateur. Il fait ceci en choisissant des questions particulières parmi celles proposées par l'ordinateur, en éliminant les autres, en ajoutant de ses propres questions, etc., et en indiquant ces choix à l'ordinateur. Le questionnaire particulier ainsi défini et emmagasiné sur fichier peut ensuite être reproduit autant de fois qu'il est nécessaire. On voit que le professeur utilise l'ordinateur pour consulter une banque de questions d'où il tire certains renseignements qui l'intéressent.

Les applications permettant la *génération et correction de questionnaires*, par contre, présentent au professeur un produit fini (questionnaire) que celui-ci peut utiliser immédiatement dans l'évaluation d'un groupe ou d'un individu.

---

* "Classroom Teachers Support System" décrit brièvement en 3.1.3.

3.2.3 *Evaluation individualisée*.

3.2.3.1 Présentation.

Il s'agit ici d'une génération et d'une correction de questionnaires où chaque question est choisie par le système en fonction des résultats antérieurs de l'étudiant.

En anglais on appelle cette utilisation "Computer Assisted Testing" (CAT) ou "Computer Based Testing".

3.2.3.2 Exemple.

Richard L. Ferguson du "Learning Research and Development Center" (LRDC) de l'université de Pittsburgh présente une application d'*évaluation individualisée* dans un article de la revue *Education* [23]. La matière sur laquelle portent les tests, est l'arithmétique au primaire.

Après avoir formulé les objectifs pédagogiques du cours en question, on les a classés dans une hiérarchie indiquant les pré-requis.

Dans la figure 10, les objectifs 1, 4 et 7 sont pré-requis à l'atteince de l'objectif 10. De même si l'objectif 10 n'est pas atteint, on peut conclure que les objectifs 12, 13, 14, 16 et 17 ne le sont pas non plus. Dans cet exemple, les objectifs 6, 17 et 18 sont des objectifs terminaux, c'est-à-dire qu'ils ne sont pré-requis à aucun autre objectif.

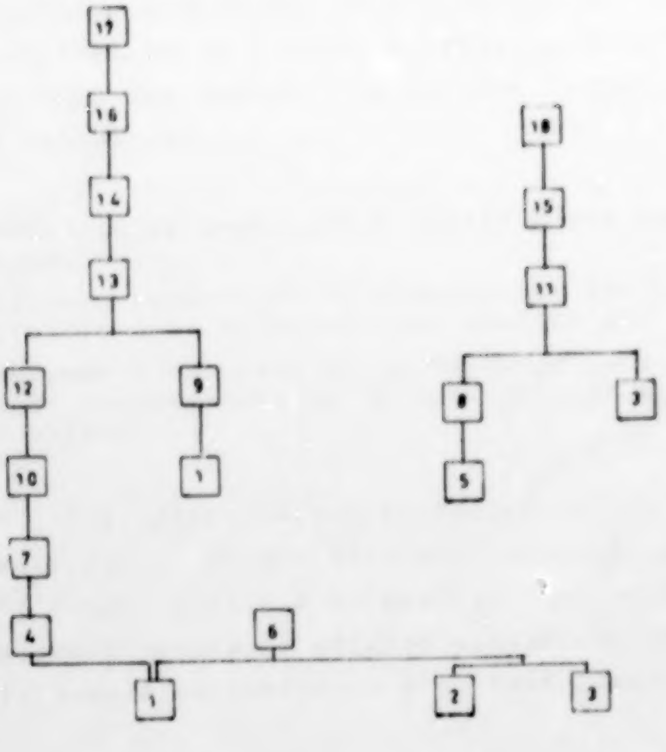


Fig. 10 - *Exemple de hiérarchisation des objectifs pour une application d'évaluation individualisée.*

Dès qu'une telle hiérarchie d'objectifs est validée, il n'est plus nécessaire d'évaluer l'atteinte de chaque objectif particulier. On génère des questions au hasard et dépendant de la réponse de l'étudiant on peut se déplacer dans la hiérarchie pour

tester certains pré-requis de cet objectif. On peut assumer l'atteinte ou l'échec à certains objectifs sans nécessairement les tester. Le système comprend les composantes suivantes:

- un générateur de questions à partir d'une banque de questions,
- un programme permettant de prendre une décision quant à l'atteinte d'un objectif (par analyse des probabilités)
- un programme permettant de se déplacer dans la hiérarchie (par branchement) en évitant d'avoir à tester chaque objectif.

L'étudiant répond au questionnaire à un terminal individuel. Chaque étudiant répond à un questionnaire différent, taillé à sa mesure. Cette technique d'évaluation a permis de réduire considérablement la durée et le nombre de questions d'un test conventionnel*.

3.2.3.3 Aspects pédagogiques.

Dans le contexte d'un enseignement où l'individualisation des ressources pédagogiques est de plus en plus poussée, l'évaluation (testing) prend une place croissante. C'est l'évaluation qui produit les données nécessaires aux décisions qu'ont à prendre professeurs, étudiants et personnels s'occupant des programmes et de la rédaction des cours.

---

* L'expérience de R.L. Ferguson fait l'objet du compte rendu numéro 8 au paragraphe 3.5.

C'est pourquoi, en enseignement programmé livresque et, comme nous le verrons bientôt, en mode *gestion de cheminement* et *instrument d'enseignement*, les tests sont fréquents, rigoureux et demandent une proportion importante du temps de l'étudiant. Ces évaluations successives et constantes tendent souvent à alourdir la marche d'un cours.

L'utilisation de l'ordinateur en mode *évaluation individualisée* permet, tout en conservant la précision de la mesure de l'évaluation traditionnelle de réduire la durée des tests et de les produire sur une base individuelle.

3.2.3.4 Aspects techniques.

L'*évaluation individualisée*, telle que présentée ici demande l'utilisation d'un langage conversationnel et d'un terminal interactif.

Les composantes informatiques d'un tel système sont sensiblement les mêmes que celles des systèmes de *génération et correction de questionnaires:* banque de questions, programmes de production d'un questionnaire, programmes de correction et de compilation de réponses. Il est à remarquer cependant que l'emploi d'un langage conversationnel et de terminaux interactifs facilite l'utilisation de réponses construites (par opposition au simple choix multiple). Cette possibilité supplémentaire, bien que rendant l'application plus complexe, permet de l'utiliser dans des domaines où le choix

multiple restreint la portée des tests.

3.2.3.5 <u>Résultats expérimentaux</u>.

Les expériences réalisées en *évaluation individualisée**font ressortir de façon non équivoque les deux aspects suivants de l'application:

- elle permet de réduire considérablement la durée d'un test,
- elle est une technique fiable d'évaluation, c'est-à-dire que les résultats obtenus par les étudiants à un test individualisé se comparent à leurs résultats à un test traditionnel qui peut comporter jusqu'à deux fois plus de questions.

Le rôle que joue l'ordinateur en *évaluation individualisée* est central et il met en valeur l'intérêt des systèmes interactifs sans lesquels l'application perdrait toute utilité. Les avantages généralement reconnus à ce type d'application sont multiples.

- L'étudiant reçoit immédiatement ses résultats.
- La durée des tests est réduite du tiers parfois de moitié.
- L'étudiant est questionné selon ses résultats antérieurs. Ceci lui évite ainsi des échecs répétés dus à des tests trop avancés pour lui. D'autre part, un étudiant plus fort n'a pas à perdre son temps sur des questions trop faciles.
- L'ordinateur garde en mémoire les résultats obtenus, les traite et peut produire des données permettant au professeur ou à l'étudiant de prendre des décisions concernant la poursuite de leurs activités.

---

* Comptes rendus 6, 7 et 8.

3.3 *Gestion de cheminement.*

3.3.1 Présentation.

Il s'agit ici d'une application où l'ordinateur permet la gestion de l'ensemble des ressources mises à la disposition de l'étudiant et la gestion de la démarche de l'étudiant dans l'atteinte des objectifs qu'il poursuit. Dans certains cas cette gestion est effectuée par le professeur à l'aide des données que lui fournit l'ordinateur, dans d'autres, par l'ordinateur lui-même.

Cette application est de plus en plus populaire aux Etats-Unis et les américains l'appellent "Computer Managed Instruction" (CMI).

Dans cette application l'ordinateur sert au traitement des données pédagogiques (objectifs, tests, matériel didactique, performance, etc.). Selon les cas il peut:

- gérer des banques d'objectifs;
- générer et corriger des questionnaires;
- garder la trace d'un étudiant dans un cours en mémorisant soit ses performances soit l'endroit du cours où il est rendu;
- produire un diagnostic au sujet des activités passées de l'étudiant ou proposer de nouvelles activités qui lui permettront, soit d'avancer dans le cours (ou dans le programme d'étude), soit de reprendre des activités qui ne lui ont pas permis d'atteindre ses objectifs.

On peut actuellement distinguer deux façons prin-

cipales de concevoir les systèmes de *gestion de cheminement*. Dans le premier cas, l'ordinateur est utilisé pour fournir au professeur les informations nécessaires à une gestion efficace de l'activité des étudiants dans le contexte d'un enseignement individualisé à des groupes. Dans le second cas, l'étudiant entre directement en contact avec l'ordinateur. Ce dernier lui présente des tests, les corrige et lui prescrit les activités dans lesquelles il devrait s'engager.

3.3.2 Premier exemple.

Un des systèmes les plus connus dans ce domaine est le système PLAN* de la "Westinghouse Learning Corporation". [62,25]. PLAN est un exemple d'un système de *gestion de cheminement* mis à la disposition des professeurs dans l'environnement traditionnel de la classe.

a) Le rôle de l'ordinateur.

Dans PLAN, l'étudiant n'entre pas directement en contact avec l'ordinateur. Le seul contact qu'il a avec lui, se fait par l'intermédiaire de cartes qu'il doit remplir périodiquement.

L'ordinateur est un outil au service du professeur. William M. Shanner explique ainsi le rôle de l'ordinateur:

---

* Program for Learning in Accordance with Needs.

"The Computer becomes an informational system which records the student's learning and academic history and his program of studies, scores the tests and examinations, and furnished on a retrieval basis this information back to the teacher. In other words, the computer is concerned with the non-instructional or managerial aspects of the program" [62, p.1].

b) L'individualisation de l'enseignement et le matériel pédagogique.

L'étudiant, dans PLAN, apprend grâce à des textes programmés, à du matériel audio-visuel, à des activités individuelles ou de groupe, dirigées ou non par le professeur. A la fin de chaque journée, l'étudiant doit indiquer (en remplissant une carte) l'endroit où il est rendu dans son programme d'activités. A chaque matin, le professeur reçoit de l'ordinateur un compte rendu complet de l'état de chaque individu dans sa classe, de même que des indications concernant les activités prévues pour la journée, les cas où certains étudiants demanderaient une attention spéciale, les résultats des tests passés la veille par certains étudiants, etc. L'activité "cléricale" de l'ordinateur permet donc au professeur de diriger chaque étudiant de façon individuelle.

Le matériel didactique utilisé n'a pas été créé spécialement par ou pour PLAN. On s'attache plutôt à

utiliser du matériel déjà existant.

L'unité d'enseignement de base dans le projet PLAN est le TLU ("Teaching-Learning Unit"). Un programme d'étude pour un étudiant est constitué d'un certain nombre de ces TLU. A chaque TLU sont associés un certain nombre d'objectifs pédagogiques, d'activités qui permettront à l'étudiant d'atteindre ces objectifs, et de tests mesurant l'atteinte des objectifs spécifiés. L'étudiant complète habituellement un TLU en deux ou trois semaines. On laisse une très grande latitude à l'étudiant quant au choix de l'ordre dans lequel il accomplira les diverses activités associées à un TLU. Au secondaire, on vise même à permettre aux étudiants de planifier eux-mêmes le choix de leurs objectifs et de leurs activités.

Le système PLAN est commercialisé aux Etats-Unis. Son application est actuellement concentrée au niveau élémentaire bien que ses promoteurs aient l'intention de l'étendre au secondaire.

3.3.3 Deuxième exemple.

Alors que dans PLAN, l'ordinateur est un outil entre les mains du professeur, dans une autre expérience, à l'université de Floride [17], on a voulu mettre l'étudiant directement en contact avec lui. Dans cette expérience, on décrit ainsi ce type d'utilisation de l'ordinateur:

> "It assumes that a student will achieve his maximum performance level by interacting *directly* with the computer in order to evaluate his learning experience, i.e. the computer should play the role of real-time diagnostician and prescriber for the student, as well as a master record keeper for the entire student population in a particular instructional program" [17, p.33].

Le cours que les promoteurs du projet voulaient individualiser était le cours sur les "techniques de l'enseignement programmé", déja offert par l'université sous forme de cours magistral. Les principales étapes de l'élaboration du cours en mode *gestion de cheminement* ont été:

- *l'analyse du problème*: il s'agissait de déterminer si le projet était économiquement et pédagogiquement rentable;
- *l'analyse des tâches* : il fallait déterminer les tâches que les étudiants pourraient accomplir à la fin du cours;
- *la détermination des pré-requis*;
- *la formulation des objectifs pédagogiques:* on a formulé au moins un et au plus trois objectifs pour chaque tâche et sous-tâche;
- *la rédaction des questions de tests*: on a écrit quinze items par objectifs.

- *la détermination du cheminement*: il s'agissait de choisir la séquence selon laquelle les objectifs seraient poursuivis;

- *le choix des média*: on a choisi ces média (textes, articles, diapositives, films, rubans magnétoscopiques) en fonction du matériel pédagogique déjà existant.

Le cours lui-même se déroule de la façon suivante: on rencontre les étudiants lors de la première période de cours* pour leur expliquer la façon dont le cours est organisé. Cette rencontre constitue le seul *cours* formel sur le sujet. Par la suite, les étudiants se rendent au centre audio-visuel ou informatique lorsqu'ils le veulent pour étudier ou pour être testés. A chaque fois qu'un étudiant a terminé l'étude du matériel associé à une tâche du cours, il répond, au terminal, à un questionnaire de cinq questions. Selon ses résultats, l'ordinateur lui recommande de passer à une autre tâche ou de revoir le matériel associé à la tâche pour laquelle il a été évalué. L'étudiant progresse ainsi à son propre rythme et peut organiser lui-même son horaire**.

---

* Il est à noter que l'application se fait ici à l'intérieur de l'horaire traditionnel des cours universitaires.

** Concernant les coûts de l'élaboration et de l'implantation du système, de même qu'une comparaison entre ces coûts et ceux du même cours en enseignement magistral, on peut se référer à la page 46 du tome II.

3.3.4 Aspects pédagogiques.

Dans un contexte d'individualisation de l'enseignement telle que pratiquée ou proposée aujourd'hui à tous les niveaux de l'enseignement*, "un professeur responsable de 50 étudiants ou plus, dans au moins deux cours différents représentant environ 30 objectifs chacun, aurait à prendre au moins 3,000 décisions chaque année" [72, traduction libre]. Ces décisions devraient être basées sur les antécédents académiques de chaque étudiant en particulier, ses aptitudes, ses goûts, son rythme d'apprentissage etc. Pour compliquer le problème, dans un tel contexte, les étudiants ne poursuivent pas les mêmes objectifs aux mêmes moments.

Il existe plusieurs systèmes de *gestion de cheminement* du type de PLAN. De nombreuses expériences ont également été tentées sur des systèmes de *gestion de cheminement* individuel comme celui décrit dans le deuxième exemple cité plus haut. Malgré les différences marquées existant entre les deux systèmes, les techniques utilisées pour leur élaboration se ressemblent beaucoup.

Nous avons déjà énuméré, en parlant de l'expérience de Florida State, les étapes d'élaboration d'un cours en mode *gestion de cheminement*. Voici, selon William M. Shanner, les grandes composantes pédagogiques du système PLAN:

---

* On n'a qu'à se référer aux préoccupations sous-jacentes au règlement no. 1 pour le primaire et pour le secondaire, et aux expériences pilotes comme celle du CEGEP de Montmorency pour le collégial.

- un ensemble d'objectifs pédagogiques spécifiques définissant les tâches que l'étudiant pourra accomplir à la suite de son étude;

- un ensemble d'activités d'apprentissage au moyen desquelles l'étudiant pourra atteindre les objectifs proposés;

- des programmes permettant l'évaluation de l'atteinte des objectifs par l'étudiant. Les questions ou les activités demandées à l'étudiant comme test, sont directement reliées aux objectifs pédagogiques, de sorte qu'un test ne tente pas d'évaluer l'apprentissage de tel ou tel matériel didactique, mais plutôt l'atteinte des objectifs spécifiés.

Ces informations sont contenues dans des banques (banques d'objectifs, de références, de questions) et les relations existant entre ces informations pourraient être représentées comme suit:

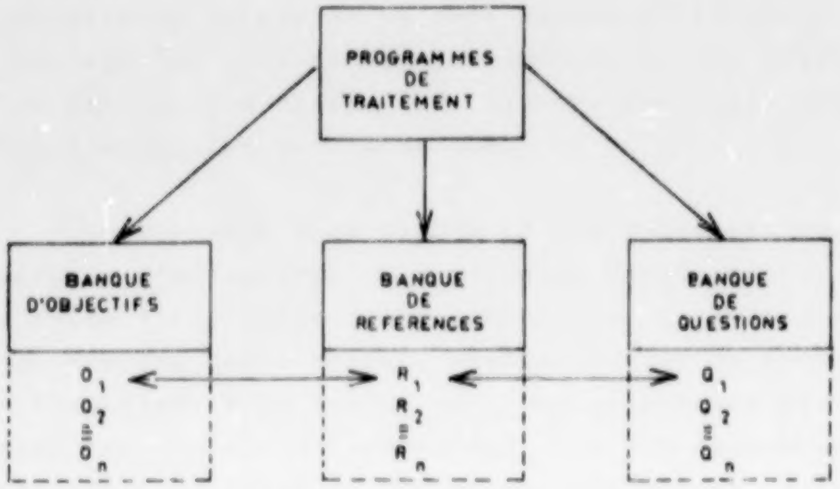


Fig. 11 *Relations entre les informations contenues dans les différentes banques d'un système de gestion de cheminement.*

Remarquons que plusieurs documents ou types d'activités peuvent éventuellement permettre l'atteinte d'un objectif particulier. De même de nombreuses questions peuvent mesurer l'atteinte d'un même objectif. Dans la figure 11, la lettre "R" (références) est employée pour désigner l'ensemble des références à tout matériel didactique permettant l'atteinte de l'objectif (O) correspondant. La lettre "Q" (questions)est employée pour désigner l'ensemble des questions qui permettent de vérifier l'atteinte de l'objectif correspondant.

Le système informatique proprement dit ne regroupe que les éléments identifiés à la figure 11 sous le nom de *programmes de traitement*. Les données sur les ressources pédagogiques regroupées dans les diverses banques d'information peuvent exister (et dans bien des cas existent) par elles-mêmes. Dans PLAN, par exemple, les promoteurs du projet se sont servis d'objectifs qui avaient été préalablement formulés, et ils insistent sur le fait que le système utilise des documents actuellement disponibles sur le marché.

On trouvera à la figure 12 une illustration de l'ensemble d'un système de *gestion de cheminement*. Dans cette illustration, les composantes (a), (b), et (c) du système correspondent aux *programmes de traitement* identifiés à la figure 11. Ces programmes servent à gérer les *banques d'information* sur les ressources pédagogiques du système (objectifs, références, questions), de même que la banque concernant le statut académique des étudiants (endroit où chacun est rendu dans son programme, résultats aux questionnaires, etc.).

La figure 13 illustre les étapes d'une utilisation du système par l'étudiant (par lui-même ou par l'intermédiaire de son professeur). Cette dernière illustration doit être interprétée en relation avec la figure 12.

Il est à remarquer que les programmes de traitement (principalement, (b) et (c)) qui composent le système ont déjà fait l'objet de notre étude lors de la présentation des applications:

- *banques d'information (3.1),*
- *analyse et traitement de réponses (3.2.1),*
- *génération et correction de questionnaires (3.2.2).*

Le développement et l'implantation de systèmes de *gestion de cheminement* peuvent s'effectuer par des étapes successives où l'identification et la mise en place des ressources pédagogiques et informatiques se font de manière progressive permettant ainsi, les évaluations et les révisions nécessaires à la qualité et à l'efficacité du système global.

L'existence ou l'absence d'objectifs et de tests validés, la disponibilité de documents pédagogiques, préalablement à l'implantation d'un système de *gestion de cheminement* à l'aide de l'ordinateur, conditionnent le coût de cette implantation, de même que son efficacité.

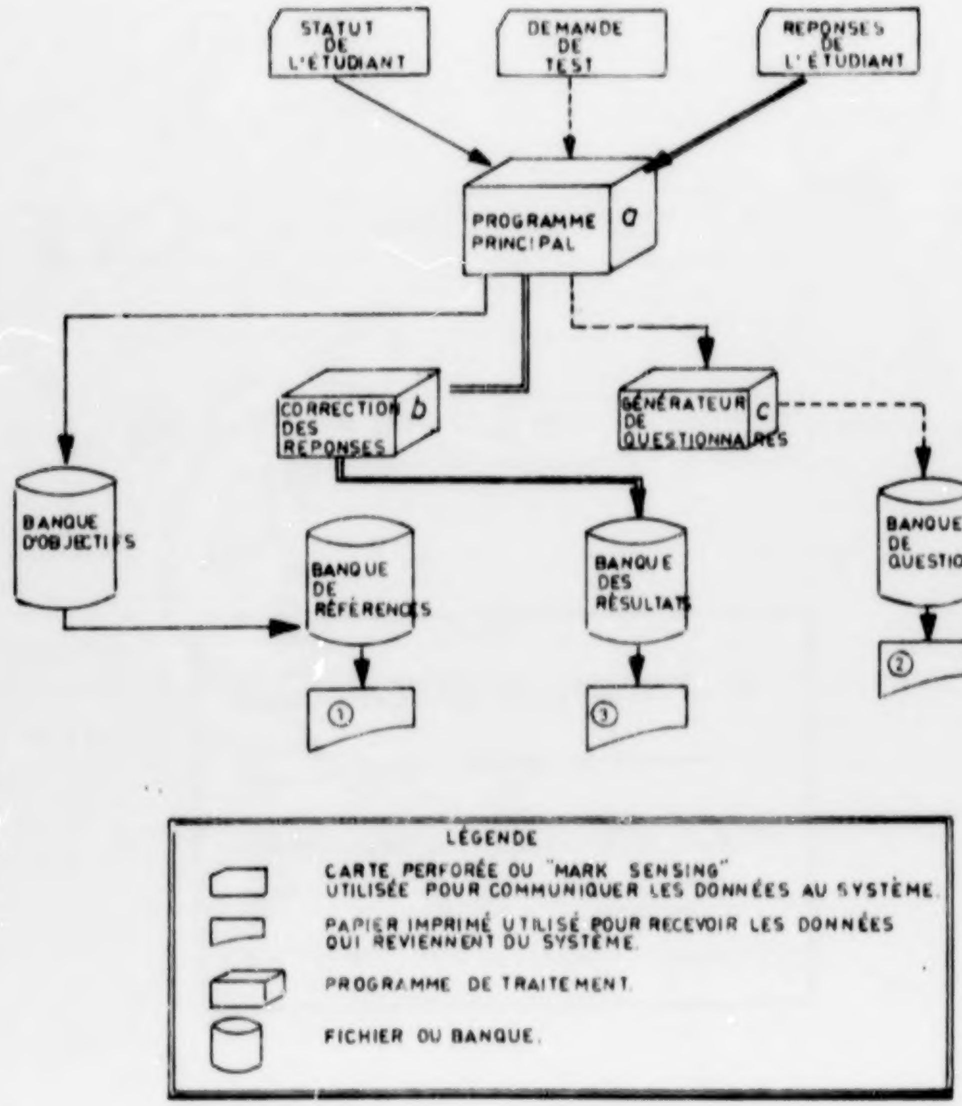


Fig. 12: Illustration des composantes d'un système de gestion de cheminement du type PLAN.

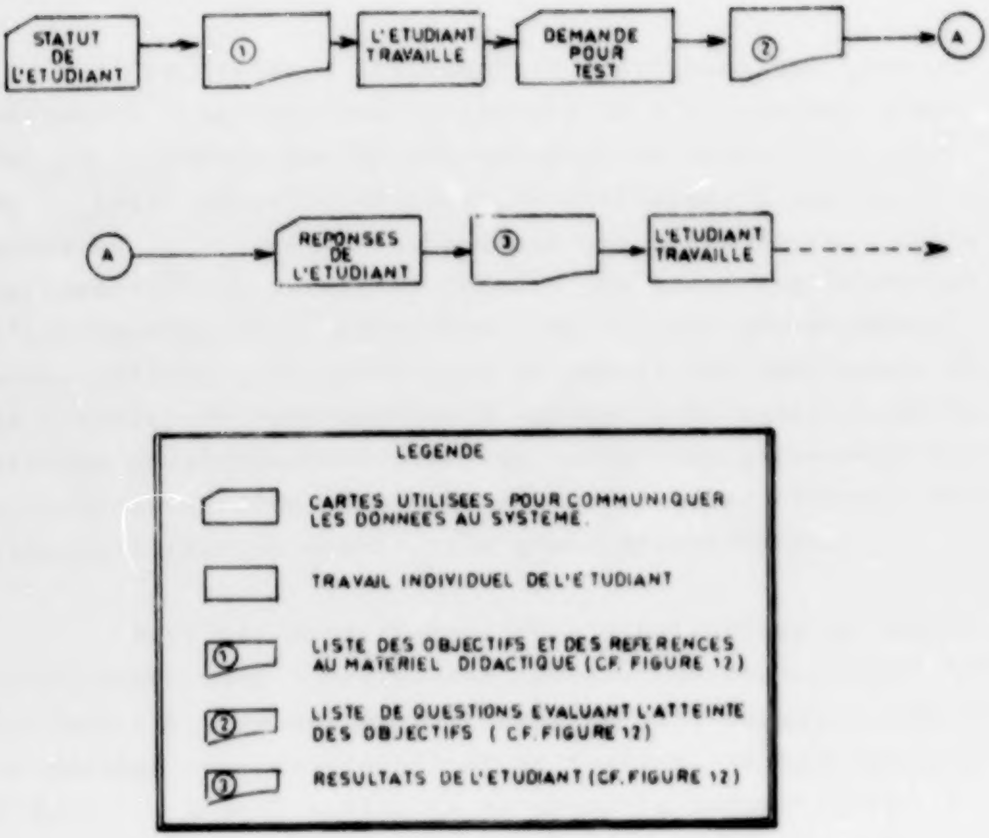


Fig. 13: Illustration des étapes d'une utilisation d'un système de gestion de cheminement.

3.3.5 Aspects techniques.

La majorité des systèmes de *gestion de cheminement* actuellement opérationnels ou commercialisés aux Etats-Unis sont des systèmes du type PLAN pour l'enseignement individualisé à des groupes.

Ces systèmes utilisent le traitement par lots à distance. Le fait que le travail de l'ordinateur s'effectue en dehors des heures normales de classe (le soir ou la nuit) permet d'utiliser un ordinateur à des moments où la demande de traitement est moins forte. Cette caractéristique permet de réduire les coûts impliqués par l'utilisation de l'ordinateur. On utilise généralement comme terminal, un lecteur de cartes et une imprimante ou un terminal de type machine à écrire. Une application de *gestion de cheminement* pour les groupes ne nécessiste que l'utilisation d'un seul terminal (lecteur de cartes - imprimante) pour un nombre très grand d'étudiants.

Pour les applications où l'étudiant est en contact direct avec l'ordinateur (*gestion de cheminement individuel*) lors des évaluations, on utilise généralement un système conversationnel et un terminal de type machine à écrire. L'utilisation de ce genre de terminal est avantageuse* puisqu'elle permet à l'étudiant de garder sur papier une trace de ses interactions avec l'ordinateur lors de l'évaluation. Il garde aussi la liste des activités nouvelles ou des révisions prescrites par l'ordinateur.

---

* Par opposition au terminal à écran cathodique, par exemple.

3.3.6 Résultats expérimentaux.

Bien que connaissant une expansion rapide, les systèmes de *gestion de cheminement* n'ont pas donné lieu à un grand nombre d'expériences contrôlées. La cause de cette situation peut être double:

- Il s'agit d'une application relativement nouvelle de l'ordinateur (1968-69 au plus tôt).
- la complexité et l'extension des ressources matérielles et pédagogiques mises en jeu rendent toute expérience longue et laborieuse.

Le compte rendu d'expérience no 9 relate une expérience tentée à l'université de Florida State. Bien que très limitée, l'expérience a donné lieu à des résultats encourageants en ce qui concerne l'utilisation de l'ordinateur en mode *gestion de cheminement* individuel.

Les plus gros systèmes de *gestion de cheminement* comme celui de la Westinghouse Learning Corporation (PLAN) demande la mise en place de ressources importantes. L'évaluation de l'efficacité d'un tel projet ne peut se limiter à mesurer le rendement académique de l'élève. On doit tenir compte des attitudes des étudiants et des professeurs face au système, des changements "organisationnels" provoqués par son insertion en milieu scolaire, de ses incidences sociales et économiques.

Le projet PLAN, par exemple, fait actuellement

l'objet d'une évaluation systématique. Les résultats de cette étude ne sont pas encore disponibles. Cependant des études antérieures [64, 65] mesurant l'attitude en classe de professeurs et d'étudiants impliqués dans le projet, semblent indiquer que leurs rôles et leurs types d'activités sont considérablement changés par rapport à une situation traditionnelle. Ainsi, selon les objectifs même du projet PLAN, l'étudiant passe plus de temps à planifier son travail (étude des objectifs, établissement de stratégies, etc), à travailler par lui-même sur du matériel individuel et à discuter avec ses pairs. Pour le professeur, la fonction de communication de l'information devient moins importante. Par exemple, il passe plus de temps à analyser le comportement de ses étudiants d'après les données reçues de l'ordinateur, à poser des diagnostics et à discuter avec ses étudiants.

3.4 Conclusion sur l'*instrument de gestion pédagogique*.

Les applications de l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique*, à cause des services qu'elles rendent à l'étudiant, au professeur, à l'administrateur et au planificateur scolaire, connaissent une croissance très rapide, notamment aux Etats-Unis.

Dans ce domaine, cependant, comme c'était le cas pour les applications de type *instrument de laboratoire*, les développements sur le plan technologique (en informatique aussi bien qu'en pédagogie) se multiplient à un rythme bien supérieur à celui des recherches portant sur les systèmes produits. Par contre, règle générale, les développements des applications de l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique* se font de façon plus systématique, pour un domaine donné, que beaucoup d'autres types d'applications de l'ordinateur. Ils portent en eux-mêmes des garanties quant aux contrôles exercés sur la mise en place des ressources nécessaires à l'utilisation de l'ordinateur. Il serait plus probable que l'implantation de ces systèmes se fasse en tenant compte des contraintes humaines pédagogiques et économiques du contexte dans lequel ils s'insèrent.

Bien que l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique* soit récente et qu'elle ne représente à l'heure actuelle qu'une proportion restreinte des applications pédagogiques de l'ordinateur, une expansion considérable de l'utilisation est à prévoir dans les prochaines années. Cette prédiction

repose principalement sur les trois considérations suivantes:

- le mouvement est déjà amorcé aux Etats-Unis où la *gestion de cheminement* par ordinateur, en particulier, est de plus en plus populaire;

- la plupart des applications regroupées ici s'insèrent facilement dans le contexte actuel de l'enseignement sans bouleversements radicaux au niveau de l'organisation scolaire et du choix des ressources pédagogiques;

- l'état actuel de nos connaissances en technologie pédagogique et informatique, de même que les disponibilités en équipement permettraient des applications relativement peu coûteuses.

3.5 Comptes rendus d'expériences.

COMPTE RENDU NUMERO 5

ORGANISME CONCERNE : Académie St-Louis à Québec

UTILISATION : *Génération et correction de questionnaires*

NIVEAU : Secondaire IV

MATIERE : Physique: Mécaniq e

REFERENCE : [15]

COMMENTAIRES :

Toute la matière du cours était dispensée par magnétoscope et documents écrits. Tout le cours comprenait 11 leçons.

A la fin de chaque leçon, les étudiants passaient un test sur un terminal (TWX) relié à l'ordinateur de SIMEQ. Le système utilisé était ITF.

Il s'agissait soit de réponses à choix multiple soit de réponses numériques.

.../

RESULTATS :

A l'aide du test de l'université de Pennsylvanie l'auteur a trouvé que:

81% des élèves étaient satisfaits du cours;

56% pensaient que la méthode utilisée était supérieure
à l'enseignement traditionnel;

89% jugeaient que c'était un moyen efficace d'utiliser le temps de l'étudiant.

COMPTE RENDU NUMERO 6

ORGANISME CONCERNE : Université de Pennsylvanie

UTILISATION : *Evaluation indivudualisée*

NIVEAU : Universitaire

MATIERE : Musique

REFERENCE : [16]

COMMENTAIRES :

On présente aux étudiants 4 tests de 20 questions:

1 pour identifier les notes manquantes dans un extrait musical;

1 pour expliquer une différence de rythme;

1 pour indiquer les fautes ou impropriétés de l'interprète;

1 pour demander une classification des extraits par période historique.

On présente à l'étudiant les questions en montant de 4 en 4 dans la hiérarchie. On procède ainsi jusqu'au premier échec. Après ce premier échec, on descend de trois questions; pour présenter les questions suivantes on remonte de 1 en 1 jusqu'au prochain échec. Le test s'arrête là.

.../

Les questions de difficulté inférieure à la question où s'est produit le deuxième échec sont considérées réussies et les questions de difficulté supérieure sont considérées manquées.

RESULTATS :

Les étudiants ont mis de 15 à 60 minutes pour passer les quatre tests sur ordinateur.

Par la méthode traditionnelle il a fallu 70 minutes pour passer les quatre tests sans compter plusieurs heures de correction.

COMPTE RENDU NUMERO 7

ORGANISME CONCERNE : Université de Floride

UTILISATION : *Evaluation individualisée*

NIVEAU : Universitaire

MATIERE : Techniques d'enseignement programmé

REFERENCE : [17]

COMMENTAIRES :

Il s'agissait d'un cours suivi par 59 étudiants. La matière est découpée en 20 tâches hiérarchisées. Pour chaque tâche:

- Cinq questions sont choisies au hasard parmi quinze, pour vérifier l'atteinte des objectifs de connaissance, le critère de réussite était de 4 succès.

- Un ensemble de questions sur un critère précis permet de vérifier l'atteinte des objectifs d'applications.

.../

Les étudiants sont répartis en quatre groupes:

groupe I : Dans ce groupe les étudiants suivent un cheminement imposé de la tâche 1 à la tâche 20. Les objectifs de comportement et les résultats aux tests sont évalués par les assistants de cours.

groupe II : Dans ce groupe les étudiants suivent un cheminement imposé de la tâche 1 à la tâche 20. Après une interaction avec l'ordinateur les étudiants décident eux-mêmes s'ils ont réussi ou non avant de passer à la tâche suivante.

groupe III : Dans ce groupe les étudiants suivent le cheminement de leur choix parmi les 20 tâches. Leurs résultats sont évalués par un assistant de cours.

groupe IV : Dans ce groupe également le cheminement est libre. Après une interaction avec l'ordinateur, les étudiants décident eux-mêmes de leur succès ou de leur échec.

.../

RESULTATS :

Après les 13 premières tâches les étudiants ont passé un examen pour vérifier l'atteinte des objectifs de connaissance.

On n'a pas trouvé de différence significative entre les quatre groupes tant pour les notes obtenues (94.4/118 soit 80%) que pour le nombre de jours passés (42).

RESULTATS OBTENUS APRES LES 13 PREMIERES TACHES:

GROUPE	MOYENNE	ECART-TYPE
I	95.80	4.46
II	95.27	5.53
III	92.14	9.15
IV	94.73	4.33

NOMBRE DE JOURS MIS A REMPLIR LES 13 PREMIERES TACHES:

GROUPE	MOYENNE	ECART-TYPE
I	42.80	4.77
II	41.87	5.71
III	43.20	2.62
IV	42.64	4.85

Enfin, les résultats à un test d'attitude de 200 points varient de 95 à 172 avec une moyenne de 142 et un écart-type de 15. Ce qui démontre, selon les auteurs, une attitude positive envers le cours.

Rapport LPI, 1973, Tome 1

COMPTE RENDU NUMERO 8

ORGANISME CONCERNE : Université de Pittsburgh

UTILISATION : *Evaluation individualisée*

NIVEAU : Elémentaire

MATIERE : Mathématique

REFERENCE : [23]

COMMENTAIRES :

L'expérience s'appuie sur une unité d'enseignement de 18 objectifs hiérarchisés. Cette unité fait partie des 80 qui constituent le programme de mathématiques de la première à la sixième année pour un total de 400 objectifs.

Etant donné que le nombre de questions de test pour les 18 objectifs peut varier entre 55 et plusieurs milliers, il était à la fois peu pratique et inefficace de poser toutes les questions concernant un objectif donné. En conséquence, pour mesurer la capacité d'un candidat face à un objectif, on générait les questions jusqu'à ce qu'une décision puisse être prise avec un risque d'erreur arbitrairement fixé à l'avance. Ainsi, après "n" questions, si on ne pouvait déterminer le niveau du candidat, une nouvelle question était générée. Le nombre

de questions nécessaire pour arriver à une décision pour n'importe quel objectif était une variable aléatoire en partie fonction de la véritable capacité du candidat vis-à-vis de l'objectif.

Assis au terminal le candidat dactylographie son numéro et la date du jour, ce qui sert de base à la génération de nombres au hasard. Une question au hasard lui est alors présentée ; selon sa réponse et les règles de décision du tableau reproduit ci-dessous, une nouvelle question lui est alors posée.

DECISION CONCERNANT CET OBJECTIF	PROPORTION (P) DE BONNES REPONSES	PROCHAIN OBJECTIF A TESTER
Atteint $P \geq .85$	$P \geq .93$	Le plus élevé des objectifs non testés jusqu'ici dans cette séquence linéaire.
	$.85 \leq P < .93$	Celui qui se trouve à mi-chemin entre l'objectif actuellement réussi et l'objectif le plus élevé de cette séquence.
Manqué $P < .60$	$.43 < P < .60$	Celui qui se trouve à mi-chemin entre l'objectif actuellement manqué et l'objectif le plus facile de cette séquence.
	$P \leq .43$	Le plus facile des objectifs non testés jusqu'ici dans cette séquence linéaire.

Exemple de règles de branchement dans un test assisté par ordinateur.

Ce test fut administré à un échantillon de 75 étudiants de la 1ère à la 6ème année d'une école élémentaire expérimentale. A deux occasions différentes chaque étudiant passa le test à un terminal relié à un ordinateur IBM 360/50 de l'université de Pittsburg.

Parmi les étudiants certains connaissaient déjà la matière, d'autres l'étudiaient, d'autres enfin ne la connaissaient pas encore. Après avoir terminé le test complet présenté sur le terminal, les étudiants furent questionnés par écrit sur tous les objectifs qui n'avaient pas été vérifiés au terminal. On avait donc une mesure de leur capacité concernant chacun des objectifs.

Les résultats furent utilisés pour:

- établir la validité de la hiérarchie des objectifs,
- étudier la validité des décisions de branchement d'un objectif à un autre,
- examiner la fidélité du test par la méthode "test-retest".

RESULTATS :

La hiérarchie des objectifs s'est révélée valide. L'examen des 150 résultats montra que dans 99% des cas, le test assisté par ordinateur avait prédit exactement les capacités des candidats vis-à-vis des objectifs non testés au terminal.

Pour le test au terminal il a fallu en moyenne 30.4 minutes la première fois et 28.6 la seconde,

au lieu de 75 minutes pour un test classique.

Sur les 18 objectifs seulement 7.11 en moyenne furent testés au terminal la première fois, et 6.99 la seconde. Le cheminement le plus long testa 10 objectifs soit 55% du nombre nécessaire dans un test classique; le plus court en testa 5, soit 28% du nombre nécessaire dans un test classique. On trouva 50 cheminements différents à travers le test,ce qui montre la souplesse du système.

Seulement 52 questions en moyenne furent nécessaires au lieu de 150 dans un test classique (le minimum fut de 33).

COMPTE RENDU NUMERO 9

ORGANISME CONCERNE : Université de Floride

UTILISATION : *Gestion de cheminement*

NIVEAU : Universitaire

MATIERE : Sciences de la santé

REFERENCE : [41]

COMMENTAIRES :

Ce cours s'adresse à 167 étudiants. 41 servent de groupe contrôle et suivent un enseignement traditionnel en classe (groupe A). Les autres sont répartis au hasard dans trois groupes (B,C,D).

Pour eux, le cours est divisé en 14 modules pour un total de 32 objectifs. Cinq questions parmi 15 sont choisies au hasard pour former un post-test pour vérifier l'atteinte de chaque objectif d'un module. Le critère de réussite d'un module est 80%.

Dans le premier groupe avec ordinateur (groupe B) l'étudiant qui n'atteint pas un objectif reçoit de l'information complémentaire et un autre test.

Dans le deuxième groupe avec ordinateur (groupe C) l'étudiant qui n'atteint pas un objectif ne

reçoit que l'information complémentaire.

Dans le troisième groupe avec ordinateur (groupe D) l'étudiant ne reçoit ni information, ni test complémentaires.

RESULTATS :

Au test final, les résultats des étudiants ayant utilisé l'ordinateur (groupes B,C,D) sont supérieurs à ceux des étudiants du groupe A. Les auteurs attribuent cette supériorité à la connaissance des objectifs et à la fréquence des tests.

Toujours au test final, le premier groupe avec ordinateur (groupe B) réussit mieux que les autres.

On a pas enregistré de différence significative dans le temps d'apprentissage des trois groupes utilisant l'ordinateur (B,C,D).

Le groupe C a passé moins de temps au terminal, et la différence par rapport au groupe B et au groupe D est significative.

Les étudiants ayant utilisé l'ordinateur (groupes B,C etD) ont passé en moyenne 3.5 heures au terminal. Les étudiants du groupe contrôle (groupe A) ont passé 30 heures en classe.

CLASSIFICATION DES UTILISATIONS DE L'ORDINATEUR A DES FINS PEDAGOGIQUES

INSTRUMENT DE LABORATOIRE

- APPAREIL ELECTRONIQUE
- CALCULATEUR
- AUTOMATE
- SIMULATEUR
- INSTRUMENT DE RECHERCHE PEDAGOGIQUE

INSTRUMENT DE GESTION PEDAGOGIQUE

- BANQUES D'INFORMATION
- EVALUATION
  - ANALYSE ET TRAITEMENT DE REPONSES
  - GENERATION ET CORRECTION DE QUESTIONNAIRES
  - EVALUATION INDIVIDUALISEE
- GESTION DE CHEMINEMENT

INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT

- EXERCICES REPETES
- ENSEIGNEMENT DE TYPE TUTORIEL
- ENSEIGNEMENT DE TYPE NON-DIRECTIF

Rapport LPI, 1973, Tome I

CHAPITRE 4
L'ORDINATEUR COMME
INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT

4.0 Introduction.

Les historiens de l'enseignement programmé font remonter ses origines jusqu'à l'antiquité. Sans aller aussi loin, notons qu'en 1936, entre 600 et 700 machines à enseigner avaient été brevetées aux Etats-Unis [29].

Dans les années qui ont précédé immédiatement l'introduction de l'ordinateur dans l'enseignement, les recherches en psychologie de l'apprentissage et en pédagogie avaient permis d'énoncer quelques lois (lois du renforcement, lois du transfert etc), et de mesurer l'effet de nombreux facteurs influençant l'apprentissage. Ces recherches, liées au développement qu'a connu durant la seconde guerre mondiale l'enseignement programmé linéaire d'abord (avec Skinner) puis à voie ramifiée (avec Crowder) ont permis d'entrevoir certaines possibilités d'automatisation de l'enseignement.

Enfin les développements techniques considérables dans le domaine des télécommunications et de l'informatique entre les années 1945 et 1960 (en particulier la miniaturisation des ordinateurs, l'accroissement de leur puissance de calcul, l'avènement du traitement en temps partagé) provoquèrent dans les années soixante les premières tentatives d'utilisation de l'ordinateur à

des fins pédagogiques. Tout naturellement, on pensa d'abord à l'ordinateur comme à une super-machine-à-enseigner permettant un raffinement très poussé de l'enseignement programmé à voie multiple. Le "CAI" ou "Computer-Assisted-Instruction" comme les américains l'avaient nommé de façon générique, semblait devoir régler une bonne partie des problèmes d'enseignement, en permettant une adaptation individuelle du programme* tant au point de vue du rythme d'apprentissage, qu'à celui de la gradation des difficultés, du choix de l'information en fonction des résultats antérieurs de l'étudiant, etc.

Dès le début des développements dans ce domaine, on a généralement distingué deux types différents d'utilisation:

- le "CAI-Tutorial" utilisait l'ordinateur pour mémoriser et présenter l'information à l'étudiant en fonction de ses réponses à des questions servant de test;

- le "CAI-Drill and Practice" utilisait l'ordinateur comme un répétiteur inlassable posant des questions à l'étudiant, corrigeant ses réponses et formulant de nouvelles questions aussi longtemps que l'étudiant n'avait pas acquis la maîtrise du comportement désiré.

---

* On emploie ici le mot programme tel qu'utilisé en enseignement programmé.

Encore aujourd'hui, l'image la plus répandue des utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques est celle d'un enseignement programmé par ordinateur ("l'ordinateur enseigne") ou celle d'exercices effectués à l'ordinateur. Nous avons vu, dans les chapitres précédents que l'utilisation de l'ordinateur comporte aujourd'hui de nombreuses applications qui, parfois, s'éloignent totalement de celles brièvement décrites ici. Toutes, cependant, sont postérieures au "CAI" et plusieurs sont le produit, soit de nouveaux développements techniques*, soit des difficultés rencontrées dans les tentatives de généralisation du "CAI". C'est le cas, en particulier, de l'introduction de la *gestion de cheminement* où l'intervention de l'ordinateur est réduite à des fonctions d'évaluation et de prescription. L'insertion de l'ordinateur devient ainsi plus économique et, sur le plan pédagogique, moins laborieuse.

Dans notre classification, nous référons au type d'applications appelées "CAI" dans le monde anglophone et parfois EAO (enseignement assisté par ordinateur) en français, sous le nom d'utilisation de l'ordinateur comme *instrument d'enseignement*. Nous distinguons, à l'intérieur de cette application, les trois types sui-

---

* Par exemple la création des langages conversationnels(postérieure à 1965) a grandement stimulé le développement des applications de type *instrument de laboratoire* du moins en milieu scolaire.

4.0 ...

vants:

- les *exercices répétés*
- l'*enseignement de type tutoriel**
- l'*enseignement de type non-directif***

Les américains regroupent parfois sous le vocable "CAI" des utilisations de type *simulateur* ("Simulation") ou *banques d'information* ("Information retrieval"), mais nous avons cru devoir classifier ces applications dans des catégories différentes.

---

* Nous utiliserons aussi dans le rapport, l'expression condensée *tutoriel*.

** Nous utiliserons aussi dans le rapport l'expression *enseignement non-directif*.

4.1 *Exercices répétés*.

4.1.1 Présentation.

Il s'agit ici d'utiliser l'ordinateur pour présenter à l'étudiant un très grand nombre d'exercices dans le but de lui faire acquérir une habileté particulière.

Les américains appellent ce type d'utilisation "Drill and Practice".

4.1.2 Exemples.

1) A l'Ontario Institute for Studies in Education (OISE), on a élaboré un système permettant à l'étudiant ne maîtrisant pas certaines habiletés spécifiques en mathématiques de se pratiquer [49]. L'ordinateur évalue d'abord l'étudiant de façon dynamique selon une technique expliquée plus tôt dans ce texte*. Les questions qui forment ce test sont générées à partir d'une procédure constante à laquelle on donne des valeurs choisies au hasard. De cette façon, avec un programme de quelques instructions on peut générer des milliers d'exemples différents. Si l'étudiant n'a pas l'habileté, on lui présente, avec la même procédure, une série de problèmes. Cette fois cependant, on lui indique s'il a la bonne réponse. Dans le cas contraire, on lui donne cette

---

* cf *Évaluation individualisée*, paragraphe 3.2.3

réponse. On procède ainsi jusqu'à ce que sa performance sur l'habileté concernée soit jugée suffisante. L'enseignement par *exercices répétés* consiste à lui communiquer, à force de répétition, des automatismes qui lui permettront de faciliter son apprentissage.

ii) Parmi les programmes d'*exercices répétés* les plus populaires jusqu'ici aux Etats-Unis, on retrouve certainement ceux développés par l'université de Stanford sous la direction de Patrick Suppes [67]. Ces programmes qui englobent tous les sujets enseignés en arithmétique au primaire, connaissaient déja une utilisation massive dans les années 1967-68. Cette popularité ne s'est pas démentie depuis.

Les programmes de Suppes sont très raffinés. En 1967, tout le cours d'arithmétique avait été divisé en "blocs" de matière. Chaque bloc couvrait un certain nombre de concepts et se subdivisait en sept leçons. La première et la dernière leçon servaient de pré-test et de post-test au bloc. Les cinq autres leçons comportaient cinq niveaux de difficultés différentes. Pour l'étudiant, une leçon comptait de 16 à 20 questions.

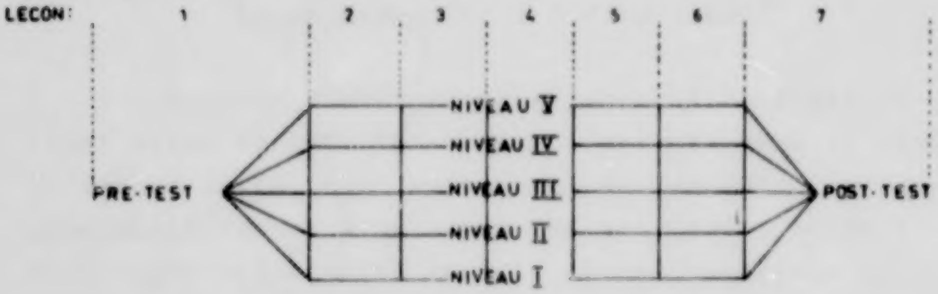


Fig. 14 *Représentation d'un bloc de matière.*

Les résultats obtenus au pré-test déterminent le niveau des exercices proposés à l'étudiant au cours de la première leçon qu'il suivra (leçon 2). Par exemple, si l'étudiant obtient moins de 20% au pré-test, le système lui présente les exercices du niveau 1 (facile) au cours de la leçon suivante (voir figure 15). De même si l'étudiant obtient entre 60% et 79%, il est orienté vers le niveau 4.

Lors de la présentation des exercices, le système fait la compilation des résultats obtenus par l'étudiant. Ces résultats servent à déterminer le cheminement ultérieur de celui-ci.

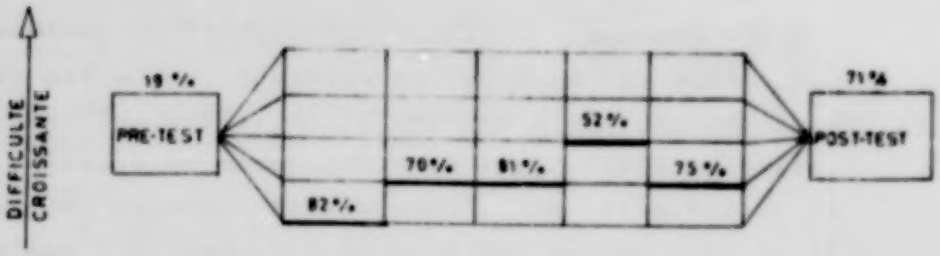


Fig. 15 *Cheminement type à l'intérieur d'un bloc de leçons en exercices répétés. Les lignes foncées indiquent le niveau de la leçon présentée à l'étudiant.*

Si, lors d'une première leçon, l'étudiant obtient moins de 60%, le système l'oriente vers le niveau inférieur de la leçon suivante. Au contraire, s'il répond correctement à au moins 80% des questions de l'exercice, il est orienté vers le niveau supérieur de la leçon suivante. Le même processus se répète jusqu'à la fin du bloc.

Le post-test, pour sa part, sert à déterminer si l'étudiant a atteint les objectifs fixés, et à proposer un enseignement de récupération.

Les sessions au terminal durent environ 10 minutes chaque jour. Le nombre de problèmes présentés à l'étudiant dépend de la vitesse à laquelle il les résoud et du nombre d'échecs qu'il rencontre. Une leçon ne correspond pas nécessairement à une session au terminal. L'ordinateur note l'endroit où l'étudiant est rendu à la fin d'une session. Le jour suivant, l'étudiant n'a qu'à s'inscrire au terminal et on lui présente la suite des exercices.

Par exemple, l'ordinateur imprimera "2+2=...". L'étudiant dactylographie alors sa réponse. Si la réponse est bonne, l'ordinateur en pose une autre: par exemple "2-...=5". Si la réponse n'est pas bonne, on lui présente un commentaire du type: "Votre réponse n'est pas exacte. Recommencez". On lui présente le problème à nouveau. A la deuxième erreur pour la même question, on lui indique la réponse et on lui pose à nouveau la question de façon à ce que l'étudiant donne lui-même la bonne réponse. A la fin de la session, on lui donne son résultat à l'exercice.

4.1.3 Aspects pédagogiques.

Le mode *exercices répétés* est très utilisé en arithmétique, ainsi que pour l'apprentissage du vocabulaire. Il est aussi utilisé dans l'enseignement des

langues, où, en général, l'apprentissage nécessite la répétition et la pratique.

La structure d'un programme d'*exercices répétés* permet habituellement de donner à l'étudiant un commentaire sur ses erreurs. Ce commentaire est plus ou moins précis* selon l'analyse qu'on fait de la réponse. Ce commentaire sert de renforcement ou permet à l'étudiant de connaître immédiatement son erreur et de la corriger. On sait aussi le rôle important que joue dans l'apprentissage la connaissance immédiate des résultats.

4.1.4 Aspects techniques.

La programmation pour les applications de type *exercices répétés* est habituellement assez simple. Certaines applications en arithmétique peuvent ne nécessiter que quelques instructions et permettre la génération d'un nombre illimité de questions différentes. Plusieurs systèmes d'enseignement par ordinateur disposent de procédures spéciales pour générer des items d'exercices stéréotypés.

Le mode *exercices répétés* demande l'utilisation d'un système conversationnel. Les terminaux utilisés pour cette application sont habituellement de type machine à écrire ou des écrans cathodiques.

---

* On peut tout simplement indiquer à l'étudiant qu'il n'a pas la bonne réponse; on peut lui indiquer de quel ordre est son erreur; enfin on peut lui enseigner la règle complète qu'il ne peut appliquer.

4.1.5 Relations avec les autres types.

Sur le plan informatique, la génération des questions et la correction des réponses, de même que l'enchaînement des questions basé sur les performances de l'étudiant, sont des techniques similaires à celles utilisées pour l'*évaluation individualisée* et la *génération des questionnaires*. La différence entre ces applications est dans le but visé par le système: évaluer l'atteinte d'objectifs, il s'agit alors d'*évaluation*; permettre l'atteinte d'objectifs, on parlera alors d'*exercices répétés*.

Enfin les commentaires, nécessaires dans une application de type *exercices répétés*, n'existent pas lorsqu'il s'agit d'*évaluation*.

Il faudrait aussi insister sur l'aspect répétitif des exercices. En effet un système de *génération de questionnaires* peut permettre la production de questions d'exercices aussi bien que d'items de test, mais ces questions sont généralement de nombre limité. Dans le mode *exercices répétés*, on présente le même genre de questions aussi longtemps que la performance désirée n'a pas été atteinte.

4.1.6 Résultats expérimentaux.

L'utilisation du mode *exercices répétés* s'insère dans un cadre d'enseignement magistral. Elle offre la possibilité de faire pratiquer les notions qui viennent d'être enseignées, souvent comme activité de récupération pour les élèves moins rapides.

Les expériences relatées (comptes rendus no. 10 à 13) se situent toutes au niveau élémentaire et portent sur la lecture et sur l'arithmétique. Il est à remarquer que certains résultats obtenus sont assez spectaculaires soit en terme de quantité d'apprentissages effectués soit en terme de vitesse d'apprentissage.

4.2 *Enseignement de type tutoriel.*

4.2.1 Présentation.

Il s'agit ici des applications où l'ordinateur transmet l'information nécessaire à l'atteinte des objectifs, contrôle la démarche de l'étudiant, et évalue son apprentissage, au moyen d'une interaction constante avec lui.

L'*enseignement de type tutoriel* que les américains nomment tout simplement "Tutorial"*, est une des premières applications à avoir été expérimentée. Ceci peut se comprendre si on considère que, en dépit de la complexité de l'application, au moment où les premiers systèmes informatiques d'enseignement ont été mis au point, l'enseignement programmé livresque avait déjà atteint un stade avancé de perfectionnement et de popularité. Il était naturel de concevoir l'enseignement par ordinateur comme une extension de cette technique et d'utiliser d'abord l'ordinateur comme une super-machine-à-enseigner.

4.2.2 Aspects pédagogiques.

L'*enseignement de type tutoriel* à l'aide de l'ordinateur vise à faciliter et à accélérer les appren-

---

* Il existe un nombre considérable de vocables différents s'appliquant à ce type d'utilisation: CAI, CAI-Tutorial, Computer Based Instruction (CBI), Automated Teaching, Computer Assisted Learning (CAL), etc.

tissages de l'étudiant en individualisant la transmission de l'information.

Cette individualisation prend un aspect double:

a) l'individualisation du rythme de progression à l'intérieur d'un cours est extérieure au programme et dépend du rythme avec lequel l'étudiant aborde le matériel, de son choix d'un horaire, de la disponibilité du matériel, etc.;

b) l'individualisation de l'enseignement lui-même* est obtenue en utilisant des méthodes de construction de cours développées pour l'enseignement programmé:

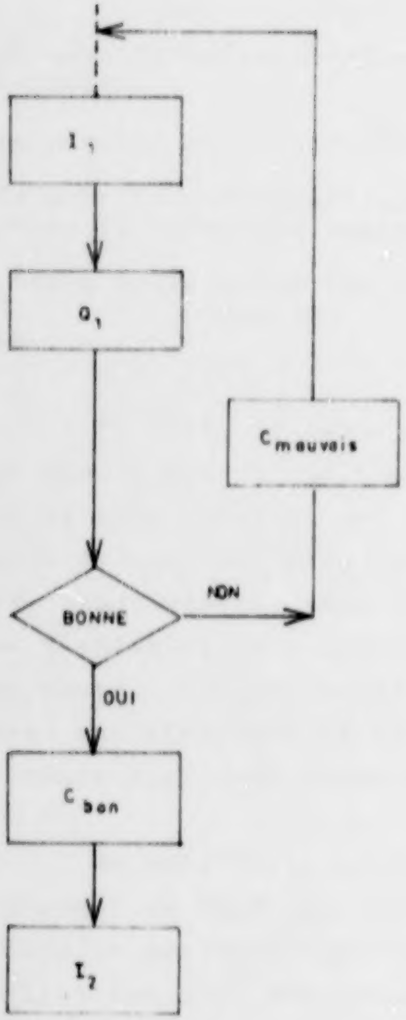
i) On fragmente le message global qu'on désire transmettre en ses plus petites composantes.

ii) On structure ces parties de façon à reconstituer le message.

iii)Lors de la présentation du cours, on fait alterner la présentation d'informations avec celle de tests dont les résultats conditionnent les présentations subséquentes d'information. En gros, une interaction type (et forcément simplifiée) entre l'ordinateur et l'étudiant en *enseignement de type tutoriel* comporte les éléments suivants:

---

* C'est l'aspect vraiment pédagogique de l'individualisation, l'autre étant plus technique.



- une information communiquée à l'étudiant (I_1 et I_2);

- une question vérifiant la compréhension de l'information (Q);

- une analyse de la réponse;

- un commentaire adapté à la réponse (C_{bon} ou $C_{mauvais}$).

Rapport LPI, 1973, tome I

On peut raffiner le processus à l'extrême. L'influence des résultats aux tests (questions) peut conditionner la présentation de l'information sur plusieurs aspects:

- la quantité d'information présentée à la fois (densité),
- la qualité de cette information (difficulté),
- le mode de présentation, lui-même fonction du médium et de la stratégie employés,
- l'intervalle entre les tests,
- etc.

En fait, il existe un très grand nombre de variables possibles. C'est pourquoi les systèmes d'*enseignement de type tutoriel* qui veulent tenir compte de l'ensemble de ces variables restent encore aujourd'hui au stade expérimental. Les systèmes exploités sont beaucoup plus simples et se rapprochent du schéma général exprimé plus haut*. La simplicité de certains cours de type *tutoriel* est même parfois navrante (en anglais on appelle ces cours des "page-turners").

On voit qu'au point de vue pédagogique, *l'enseignement de type tutoriel* demande plus qu'une simple définition des objectifs et une élaboration d'instrument d'évaluation. Il demande une étude détaillée de la struc-

---

* En ce qui concerne les stratégies pédagogiques et les techniques de construction de cours on peut se référer au rapport de Robert Brien [7].

turation de la matière, des décisions quant aux stratégies pédagogiques à employer, une détermination de cheminement type, une expérimentation du détail du déroulement du cours*, etc. En fait, la planification pour un cours donné par ordinateur est comparable en termes de temps et d'efforts requis, à l'élaboration d'un scénario de film pédagogique. Il en diffère au niveau de l'interaction élève-machine, et il faut compter un temps supplémentaire appréciable si on désire un certain raffinement dans ce domaine.

Soulignons enfin que l'utilisation de l'ordinateur en *enseignement de type tutoriel* facilite la validation et la correction des cours. En effet, l'ordinateur, en plus de dispenser l'enseignement peut garder en mémoire (sur fichier) de multiples renseignements concernant le cheminement de l'étudiant, ses résultats aux tests, et jusqu'aux détails de ses réponses aux questions du système. Les auteurs de cours ont accès à ces renseignements et peuvent, après analyse, s'en servir pour corriger et pour améliorer le cours.

4.2.3 Aspects techniques:

L'*enseignement de type tutoriel* par ordinateur nécessite un système conversationnel puisque l'adaptation de l'information à l'étudiant demande une interaction devant se faire en temps réel.

---

* Une technique de structuration de la matière est présentée dans un texte de Yvan Chassé et Alain Jungman. Ils présentent une explication pratique de la méthode Le Xuan.[10].

La question du choix de l'équipement, des langages et des terminaux est d'autant plus complexe que le nombre de systèmes offerts est considérable (sans compter les variantes possibles dues à une permutation de l'équipement). Voici en quelques lignes les options possibles et les questions généralement débattues dans les articles spécialisés.

a) L'ordinateur.

Une des grandes questions posées est celle du choix entre petit et gros ordinateur.

b) Langage ou "software".

Il existe un très grand nombre de langages disponibles. Les principales questions débattues en ce qui concerne le "software" sont:

- langages d'utilisation générale vs langages spécialisés pour l'enseignement;
- standardisation des langages vs multiplicité de langages spécialisés;
- compatibilité des "software".

c) Terminaux.

Actuellement les terminaux les plus utilisés sont les terminaux de type machine à écrire (TWX, 2741) et les écrans cathodiques. Un nouveau type de terminal, l'écran au plasma, développé à l'université de l'Illinois pourrait révolutionner ce domaine. L'écran au plasma est en effet extrêmement efficace et devrait coûter moins cher que les écrans cathodiques actuelle-

ment disponibles.

On utilise aussi, pour certaines applications en *enseignement de type tutoriel*, de petites imprimantes qui, lorsque l'enseignement est donné par écran cathodique, permettent de faire imprimer rapidement certains textes qu'on désire conserver.

4.2.4 Résultats expérimentaux.

C'est en *enseignement de type tutoriel* que les résultats d'expériences sont les plus nombreux. Ceci illustre bien la diversité d'emploi de cette application de l'ordinateur, tant en ce qui concerne les niveaux scolaires, qu'en ce qui concerne les matières enseignées. Les applications se font en majorité dans le domaine des sciences. Les expériences présentées dans les comptes rendus no. 14 à 27 portent, dans la plupart des cas sur des cours assez brefs.

De façon générale, l'expérimentation sur l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument d'enseignement de type tutoriel* tend à montrer que:

- elle permet un enseignement au moins aussi efficace que l'enseignement magistral (en classe) du point de vue des résultats académiques obtenus par un groupe d'élèves;

- elle permet de gagner en moyenne de vingt (20) à vingt-cinq (25) pourcent sur le temps d'apprentissage;

- elle permet à l'élève le plus doué de passer plus rapidement sur certaines notions et à l'élève le plus faible de prendre plus de temps. L'élève le plus lent prend jusqu'à quatre (4) fois plus de temps que l'élève le plus rapide (différence observée).

4.3 *Enseignement de type non-directif.*

4.3.1 Présentation.

Il s'agit ici du type d'enseignement par ordinateur où le déroulement du cours et l'enchaînement des informations sont dirigés par l'étudiant grâce à la possibilité qui lui est donnée, de *dialoguer* avec la machine dans un langage naturel.

C'est ce que les américains appellent "Dialogue", "Inquiry", "Learner-controlled".

Les applications de ce genre en sont généralement au stade expérimental.

4.3.2 Premier exemple.

Au laboratoire de pédagogie informatique, l'étudiant qui suivait les cours d'introduction à l'informatique, et d'électrotechnique*, avait la possibilité de

---

* Le cours d'introduction à l'informatique durait environ 15 heures sur le système 1500 du Laboratoire. Le cours d'électrotechnique était un cours d'environ trois heures.

poser des questions en français usuel s'il ne comprenait pas un terme, une explication ou un exemple. Il pouvait poser ses questions à n'importe quel moment dans le cours et pouvait les formuler de la manière qu'il voulait à l'intérieur des restrictions suivantes:

a) la question devait porter sur:

i) une demande de définition de termes (exemple: "Qu'est-ce que ...", "définissez-moi ...", "que veut dire ...", etc.),

ii) une demande de fonctionnement (exemple: "Comment fonctionne ...", "comment marche ...", etc.),

iii) une demande sur l'utilité (exemple: "A quoi sert ...", "quelle est l'utilité de ...", etc.)

b) le domaine sur lequel la question portait devait faire partie du domaine du cours.

L'étudiant qui voulait poser une question devait dactylographier un point d'interrogation (?) lorsqu'il avait le contrôle*. Le programme lui demandait alors: "Posez votre question". L'étudiant dactylographiait sa question qui était analysée par un programme

---

* On dit que l'étudiant a le "contrôle" lorsque le système attend de lui une réponse quelconque: réponse à une question, demande de continuer le cours, etc.

appelé "analyseur"*. Ce programme détectait d'abord le type de la question (définition, fonctionnement, utilité). Ensuite à l'aide d'une recherche sur les mots-clés il déterminait le sujet sur lequel portait la question. S'il y avait une réponse prévue pour la question le programme la présentait à l'étudiant. S'il n'y en avait pas, on lui demandait de reformuler sa question. Après un deuxième essai infructueux on l'informait qu'on ne pouvait pas répondre à sa question pour le moment.

Toutes les questions formulées par les étudiants étaient gardées sur un fichier. Ce fichier enregistrait également à quel endroit du cours l'étudiant avait posé sa question, et l'adresse de l'information qu'il avait reçue en réponse. Dans le cas où il n'avait pas reçu de réponse, un signe spécial était enregistré. A intervalle régulier, on faisait imprimer ces questions sur papier et on pouvait ainsi vérifier si les réponses reçues par les étudiants correspondaient bien aux questions qu'ils avaient posées. Dans la négative, ou dans le cas où l'étudiant n'avait pas reçu de réponse, on pouvait modifier le programme de façon à prévoir les cas nouveaux.

Nous avons dit que l'étudiant posait des questions *pendant* le déroulement du cours. Dans ce type

---

* Pour plus de détails sur l'analyse des questions, on pourra consulter les rapports du Laboratoire [52, 53].

d'utilisation (dialogue à l'intérieur d'un cours de type *tutoriel*) avec l'analyseur que nous avions mis au point, le taux de réponses du système aux questions de l'étudiant était de 25%. Cependant ce faible taux de réponse n'était pas dû à des faiblesses de programmation mais plutôt au mode d'utilisation du dialogue. Dans une expérience particulière menée au Laboratoire en février-mars 1971, ce taux de réponses avait été de 75% environ. Il s'agissait, pour les étudiants, de suivre le cours d'algèbre de Boole simplement en posant des questions*. Toute information qui leur parvenait avait été provoquée par une question particulière. L'expérience ne visait pas à mesurer l'efficacité d'une telle méthode d'enseignement, mais plutôt à évaluer sa possibilité technique. Le fait que les questions aient eu une réponse dans 75% des cas montre que la machine, si elle est programmée de façon suffisamment raffinée, peut permettre un dialogue allant dans les deux sens.

4.3.3 Aspects pédagogiques.

Une des critiques souvent apportées à l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement est celle du déterminisme de la méthode. L'étudiant n'a aucun contrôle, non seulement sur l'information qu'il reçoit, mais aussi sur la façon dont il la reçoit.

---

* Il n'y a pas de rapport disponible sur cette expérience. Le cours d'algèbre de Boole faisait partie du cours d'introduction à l'informatique.

Même dans les systèmes les plus raffinés, on enseigne à un individu qui a été ramené à un modèle-type. L'information .c de la machine à l'étudiant sans que celui-ci puisse la contrôler autrement qu'indirectement selon sa performance générale ou ses réponses à des questions prévues à l'avance. L'*enseignement de type tutoriel*, comme l'enseignement programmé, serait aux antipodes de l'enseignement non-directif.

La possibilité de dialogue à l'intérieur d'un cours, ou un enseignement basé sur le dialogue, permet un type d'apprentissage où l'autodétermination de l'étudiant peut se manifester. L'atteinte des objectifs pédagogiques se fait de manière individualisée non seulement au point de vue du rythme d'apprentissage et de la flexibilité des horaires, mais au point de vue de la manière dont ces objectifs seront atteints. Cette autodétermination et cette liberté laissée à l'étudiant est parfois souhaitable, mais elle est parfois nécessaire, comme dans l'exemple qui suit.

4.3.4 Deuxième exemple.

Au collège Erindale, à Toronto, une équipe de pédagogues s'est penchée sur les problèmes de l'enseignement de la logique symbolique [71]. D'après eux, ces problèmes étaient les suivants.

- Il s'agit d'un sujet qui a toujours été difficile à enseigner.

- L'apprentissage de la logique symbolique requiert surtout beaucoup de pratique dirigée par une personne qui est familière avec le sujet. En fait, cet apprentissage demande l'utilisation du tutorat.

- Si cette difficulté est réelle pour beaucoup d'autres matières à enseigner, dans le cas de l'enseignement de la logique symbolique, l'étudiant ne peut presque pas apprendre autrement.

Le programme qui a été réalisé pour permettre à l'étudiant de pratiquer la démonstration de théorèmes logiques, *simule* en fait un tuteur qui suit pas à pas l'activité de l'étudiant. Le tuteur cependant ne propose ou n'exige rien de l'étudiant. Il converse avec lui. Voici comment se déroule l'interaction.

Le langage utilisé ici est le langage même de la logique symbolique, ce qui simplifie l'interprétation des messages formulés par l'étudiant. Celui-ci, lorsqu'il interroge l'ordinateur le fait en formulant un théorème. Il peut demander à l'ordinateur, 1) de vérifier une démonstration qu'il a déja élaborée, 2) de l'aider à faire la démonstration d'un théorème qui l'intéresse.

L'étudiant qui a une *question* à poser (un théorème à démontrer), vient au terminal et s'identifie. Il dactylographie ensuite le théorème et la démonstration qu'il a préparée (s'il ne peut pas faire toute la démonstration, il écrit tout ce qu'il peut). Après chaque énoncé*, l'ordinateur en vérifie la vérité (ceci

---

* Un énoncé est composé d'une formule et d'une justification et correspond à une ligne de caractère au terminal.

est fait grâce à un programme appelé "Theorem Prover"). Si l'énoncé est correct, le programme laisse l'étudiant continuer sa démonstration. Si l'énoncé comporte une erreur, l'ordinateur essaie, en posant des questions à l'étudiant de lui faire découvrir ce qui ne va pas (ceci est accompli par un programme appelé "Question Asker"). L'étudiant peut, à n'importe quel moment de la *conversation*, poser une question à l'ordinateur au sujet d'un énoncé dont il n'est pas certain ou qu'il veut approfondir. Il lui suffit de proposer cet énoncé comme théorème.

On voit bien qu'il s'agit ici d'un véritable dialogue et que ce dialogue est mené par l'étudiant qui définit lui-même la nature des problèmes qu'il veut résoudre. Evidemment le domaine de la conversation est restreint (démonstration de théorèmes en logique symbolique), et le langage utilisé est régi par des règles beaucoup mieux définies et moins nombreuses que celles du langage naturel.

4.3.5 Aspects techniques.

Au point de vue technique, l'*enseignement de type non-directif* demande un système conversationnel. Le terminal sur lequel doit travailler l'étudiant doit nécessairement comporter un clavier qui lui permettra de dactylographier ses interventions. Dans le premier exemple que nous avons donné, le Laboratoire de pédagogie informatique utilisait le système 1500 et le langage de programmation "coursewriter II". Dans le

second exemple, on utilisant un télétype IBM 2741 comme terminal et le langage de programmation était l'APL*.

Dans une application du genre *enseignement non-directif*, la structuration de l'information, la programmation des *analyseurs*, et la mise à jour du système demandent une attention toute particulière. Les techniques d'analyse de la phrase peuvent différer largement d'un système à un autre, mais le point commun de tous les systèmes est le temps considérable demandé par la programmation** de l'application.

Dans le second exemple, de même que pour les cas où les questions sont formulées à l'aide d'un vocabulaire bien défini***, l'analyse de la question ou

---

* Plus précisément APL/CAT. A Programming Language/Computer Assisted Teaching.

** Nous incluons ici dans l'expression *programmation* l'écriture d'un "software" approprié, la construction du système logique d'analyse et sa programmation dans un langage donné.

*** On parlera, en 4.3.6, des cas où on permet un embryon de dialogue. L'étudiant peut demander des informations précises en utilisant une codification définie à l'avance. Il s'agit en fait plutôt d'une application de gestion de *banques d'information*.

de la réponse se fait assez facilement. De même, l'information de retour étant limitée au domaine où la *conversation* a été engagée, cette information forme un ensemble fini et donc délimitable.

Par contre dans le cas, plus général, où on veut pratiquer un dialogue en langage naturel, la complexité et l'étendue du vocabulaire de même que la valeur sémantique des ensembles de mots augmentent grandement la difficulté du problème.

Deux autres problèmes posés par la volonté de dialoguer avec l'ordinateur sont, d'une part, celui de l'espace qu'occupent en mémoire les programmes d'analyse et les dictionnaires nécessaires à la reconnaissance des phrases, et d'autre part, celui du temps d'analyse impliqué par cette utilisation. Pour qu'il y ait dialogue effectif il faut que la réponse à une question de l'étudiant lui soit communiquée dans un temps n'excédant pas une dizaine de secondes, de préférence beaucoup moins.

4.3.6 Relations avec les autres types.

Par certains aspects, l'utilisation de l'ordinateur dans un *enseignement de type non-directif* se rapproche d'une utilisation de type *automate*. En effet, dans le second cas, il y a un dialogue effectif entre l'utilisateur et le système qu'il programme. Ce dialogue est cependant restreint à un certain nombre *d'actions*, limitées et connues, que peut effectuer l'ordi-

nateur. Le vocabulaire utilisé est restreint et souvent assez loin du langage naturel. La conversation se fait dans les termes de l'ordinateur.

En mode automate, l'ordinateur ne sert pas à diffuser l'enseignement; il est un auxiliaire, un instrument qui peut permettre l'apprentissage. Dans le cas des systèmes d'*enseignement non-directif* l'information dispensée à l'aide du dialogue provoque directement l'apprentissage.

L'*enseignement non-directif* par ordinateur se rapproche aussi de l'utilisation de type *banques d'information*. En effet, l'étudiant ou le professeur qui consulte une banque entretient une certaine conversation avec l'ordinateur surtout lorsque cette consultation se fait en temps réel. Le langage utilisé dans ce cas est, la plupart du temps composé d'une série de codes correspondants à l'organisation logique des données. Les programmes de gestion des banques d'information sont beaucoup plus simples que les *analyseurs* de questions utilisés en mode dialogue. La principale différence entre les deux types d'application (qui peuvent se rejoindre à la limite*) réside dans le fait que, dans le cas de l'*enseignement non-directif*, on donne à l'information une structu-

---

* On pourra lire à ce sujet l'article de Maurice Peuchot sur la "Diffusion automatique de l'information" pour se rendre compte de l'état des recherches dans le domaine [54].

ration se rapportant à l'enseignement concerné. De même, l'information ne consiste pas seulement en définitions objectives, en renseignements sans relation avec un contexte, mais elle est dirigée de façon à provoquer un apprentissage*.

4.3.7 Résultats expérimentaux.

En *enseignement de type non-directif*, les expériences sur l'utilisation de l'ordinateur en sont encore au stade de la recherche et tendent à en démontrer la possibilité technique plutôt qu'à en mesurer l'efficacité sur le plan pédagogique.

Les recherches se font surtout au niveau de l'analyse syntaxique et sémantique de phrases exprimées en langage naturel, l'analyse sémantique étant de loin la plus difficile. Ces recherches dépassent, la plupart du temps le cadre de la recherche en pédagogie. Elles se situent souvent au niveau des problèmes de linguistique et de sémantique.

---

* A la limite, si l'étudiant, dans la poursuite de ses objectifs pédagogiques avait accès à une *banque d'information* en utilisant le langage naturel, on pourrait classer cette utilisation dans la catégorie de l'*enseignement de type non-directif*.

4.4 Conclusion sur l'*instrument d'enseignement*.

L'utilisation de l'ordinateur comme *instrument d'enseignement* est l'application la mieux connue et la plus répandue à l'heure actuelle. C'est aussi celle qui a donné lieu au plus de recherches formelles concernant son efficacité et les domaines possibles de son application.

En mode *tutoriel* surtout, l'ordinateur, par l'intermédiaire d'un terminal, peut être considéré comme un médium de transmission des connaissances au même titre que d'autres média audio-visuels. A ce titre certaines techniques de découpage et de présentation de la matière, de sélection de supports appropriés à l'information à transmettre et, plus généralement, d'élaboration de documents pédagogiques, sont communes aux deux domaines. Sous cette forme, une utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement est moins étrangère à la majorité des *techniciens en éducation* que ne pourrait le laisser croire l'apparente nouveauté ou complexité du support.

Les recherches assez intensives auxquelles a donné lieu l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument d'enseignement* (surtout sous la forme du *tutoriel* et de l'*exercices répétés*) permettraient d'envisager une utilisation bénéfique, du moins dans les domaines et pour les clientèles où son utilisation s'est prouvée la plus profitable.

Quant à l'*enseignement de type non-directif*, il est considéré par certains [6] comme le type d'application de l'avenir. De nombreuses contraintes pédagogiques et techniques devront cependant être surmontées avant que cette application commence à se généraliser.

4.5 Comptes rendus d'expériences.

COMPTE RENDU NUMERO 10

ORGANISME CONCERNE : Computer Curriculum Corporation (C.C.C.)

UTILISATION : *Exercices répétés*

NIVEAU : Elémentaire

MATIERE : Vocabulaire

REFERENCE : [26]

COMMENTAIRES :

L'expérience concernait 162 étudiants de niveau socio-économique un peu sous la moyenne.

On disposait de terminaux Teletype modèle 33 reliés à un ordinateur Honeywell 1648.

Durant une année les sessions au terminal étaient au nombre de 150 et duraient chacune dix minutes par étudiant.

Un exemple d'exercice est:
An unkind person is .... kind.
very not too
l'élève répond en dactylographiant l'un des trois mots proposés.

.../

Les exercices sont regroupés en classe de cinq; pour changer de classe le critère est de 4 ou 5 succès. Dans le cas où l'élève ne manque qu'une seule question (4/5), celle-ci lui est de nouveau présentée de façon aléatoire, dans la classe suivante.

A tout moment, le professeur peut obtenir un résumé des activités d'un groupe d'élèves, pour ces exercices sur ordinateur.

RESULTATS :

Les proportions de bonnes réponses durant l'année scolaire 1970-71 ont été de:

3e année	:	.909
4e année	:	.898
5e année	:	.901
6e année	:	.925
toutes les années	:	.908

Les auteurs notent aussi le nombre de classes de 5 exercices suivis à la minute:

3e année	:	.708
4e année	:	.608
5e année	:	.532
6e année	:	.534
toutes les années	:	.588

La décroissance observée (.70 à .53) peut s'expliquer par la plus grande quantité de textes à lire ou à dactylographier dans le cas des 5ième et 6ième **année.**

De façon générale, les auteurs trouvent que lors des sessions avec l'ordinateur, l'élève apprend en moyenne deux fois plus de nouveaux mots qu'il n'en a appris lors des sessions avec le professeur.

COMPTE RENDU NUMERO 11

ORGANISME CONCERNE : Université de Stanford

UTILISATION : *Exercices répétés.*

NIVEAU : Elémentaire.

MATIERE : Arithmétique.

REFERENCE : [37].

COMMENTAIRES :

L'expérience impliquait environ 6,000 étudiants. On disposait de 192 terminaux répartis dans 15 écoles élémentaires de Manhattan, Bronx et Brooklyn.

Dans un groupe (groupe A) les élèves suivaient un enseignement traditionnel suivi d'exercices répétés au terminal.

Dans l'autre (groupe B), les élèves ne suivaient que l'enseignement traditionnel.

RESULTATS :

On trouvera, dans les tableaux suivants, en nombre de mois, d'une part une observation de la quantité de matière assimilée par les élèves au bout de 5 mois et d'autre part une estimation au bout de neuf mois.

GROUPE	OBSERVATIONS AU BOUT DE 5 MOIS
A	8.4
B	5.0
Différence	3.4

GROUPE	ESTIMATION AU BOUT DE 9 MOIS		
	MEILLEUR DES CAS	CAS MEDIAN	PIRE DES CAS
A	19.8	15.1	8.4
B	10.0	9.0	8.0
Différence	9.8	6.1	0.4

Comme l'indique le dernier tableau, au bout de neuf mois d'apprentissage l'ordinateur apporterait un gain de six mois (dans le cas median) sur l'enseignement traditionnel.

P. Suppes note par ailleurs que l'enseignement par ordinateur apporte beaucoup plus aux étudiants les plus faibles.

COMPTE RENDU NUMERO 12

ORGANISME CONCERNE : Public School of McComb, Mississipi and Franklin County, Missisaipi.

UTILISATION : *Exercices répétés.*

NIVEAU : Elémentaire.

MATIERE : Arithmétique

REFERENCE : [24].

COMMENTAIRES :

L'expérience touchait deux cents élèves de sixième année. Un groupe expérimental (100 élèves) recevait, en plus de l'enseignement traditionnel, des exercices répétés sur ordinateur pendant cinq minutes par jour.

RESULTATS :

Dans les résultats obtenus au post-test, on a trouvé une différence significative au seuil .01 entre les deux groupes. D'après les auteurs, l'ordinateur s'avère être un outil efficace comme complément à l'enseignement traditionnel en mode *exercices répétés.*

COMPTE RENDU NUMERO 13

ORGANISME CONCERNE : Université de Stanford

UTILISATION : *Exercices répétés.*

NIVEAU : Première année.

MATIERE : Lecture et arithmétique.

REFERENCE : [60].

COMMENTAIRES :

Les auteurs cherchent à évaluer l'influence que peut avoir la présence de cours par ordinateur dans le comportement des élèves en classe. Quarante-cinq élèves ont eu des sessions de 35 minutes par jour au terminal, entre l'automne 1966 et le printemps 1967 (une moitié en lecture et l'autre en arithmétique).

Vingt-sept élèves servent de groupe contrôle et suivent les cours de lecture et d'arithmétique avec un professeur.

RESULTATS :

On n'a pas trouvé de différence, entre les deux groupes en ce qui concerne l'attitude en classe. D'autre part, les résultats obtenus pour la lecture (et moins nettement pour l'arithmétique) confirment que

l'enseignement par ordinateur réduit la corrélation entre les performances et les attitudes en classe.

COMPTE RENDU NUMERO 14

ORGANISME CONCERNE : Laboratoire de pédagogie informatique, ministère de l'Éducation du Québec.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

NIVEAU : Secondaire et collégial.

MATIERES : Physique, informatique, mathématiques.

REFERENCES : [8,28]

COMMENTAIRES :

On a fait passer le test d'attitude de Penn-State à cinq groupes d'élèves ayant suivi divers cours au terminal entre les années 1970 et 1972.

GROUPE	COURS	NOMBRE	AGE	SEXE	DATE
I	Théorème De Thevenin	22	18-19	M	Automne 1970
II	Introduction à l'inform.	28	16-17	M	Automne 1970
III	Introduction à l'inform.	35	17-18	23M 12F	Automne 1971
IV	Introduction à l'inform.	23	18-19	F	Printemps 1972
V	Calcul Vectoriel	24	20	F	Automne 1970

.../

Rapport LPI, 1973, tome I

De plus, dans un sixième groupe (VI) 35 étudiants du secondaire V ont suivi le cours d'introduction à l'informatique durant l'automne 1971. Ils ont ensuite subi le test PERPE-LPI dans le but de découvrir les points prioritaires dans l'amélioration du cours. Le test "PERPE-LPI" basé sur la différence entre la situation vécue et la situation désirée, mesure divers points de l'insatisfaction des étudiants.

RESULTATS :

Avec le groupe VI on a relevé les pourcentages suivants d'insatisfaction:

Analyse de réponses	89%
Boucles dans le déroulement du cours	89%
Possibilité d'informations complémentaires	83%

On a noté de plus 89% de contradiction quant à la difficulté des exercices.

Le tableau de la page suivante présente les énoncés choisis, avec leurs numéros, dans le test de Penn-State, ainsi que les conclusions qu'on peut tirer à partir des avis émis par les élèves des groupes I à V. D indique un désaccord, C une contradiction et A un accord.

NUMERO DE L'ENONCE	ENONCES	CONCLUSIONS
8	L'apprentissage a été trop mécanique	D
12	L'enseignement assisté par ordinateur tel qu'utilisé dans ce cours est une façon inefficace d'utiliser le temps de l'étudiant.	D
14	Je me suis senti frustré par la situation.	D
16	Les cours intéressants peuvent être ennuyants s'ils sont présentés par ordinateur.	D
18	En considérant ce que j'ai appris, je peux dire que cette méthode est supérieure à la méthode traditionnelle utilisée dans plusieurs cours.	C
19	Je préfère l'enseignement assisté par ordinateur à l'enseignement traditionnel.	C
20	L'enseignement assisté par ordinateur n'est qu'une autre étape vers l'enseignement dépersonnalisé.	C
36	Les cours ennuyants pourraient être intéressants s'ils étaient présentés par ordinateur.	A
42	L'enseignement assisté par ordinateur m'a donné la possibilité d'apprendre rapidement	A

Les avis possibles variaient de fortement en désaccord à fortement d'accord et étaient notés de 1 à 5.

Il est intéressant de noter un fort désaccord avec les énoncés 12 et 14 de même qu'un accord avec l'énoncé 36.

Ces résultats montrent que, bien qu'il y ait des améliorations à apporter aux cours, les étudiants manifestent, de façon générale, une attitude favorable à l'enseignement par ordinateur.

COMPTE RENDU NUMERO 15

ORGANISME CONCERNE : Université de Floride

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

MATIERE : Mathématiques: chiffres significatifs.

REFERENCES : [79].

COMMENTAIRES :

Les auteurs comparent un cours d'enseignement programmé au même cours mis sur ordinateur avec de l'information complémentaire dans le cas des mauvaises réponses. Les terminaux étaient du type écran cathodique.

64 étudiants ont suivi les 52 "modules" du cours.

Les résultats sont basés sur un post-test, un test de rétention et sur les erreurs commises durant le cours.

RESULTATS :

Les étudiants qui ont suivi le cours programmé livresque ont réussi mieux (de façon significative) que les étudiants qui travaillent avec ordinateur.

Les auteurs attribuent cette différence aux élèves de plus faible habileté qui suivaient le cours à l'écran cathodique et concluent à la nécessité du papier comme support de mémoire pour cette catégorie d'élèves.

COMPTE RENDU NUMERO 16

ORGANISME CONCERNE : Montgomery county public schools.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

NIVEAU : Secondaire.

MATIERE : Mathématiques.

REFERENCE : [56].

COMMENTAIRES :

Il s'agit d'une enquête où l'on demandait à l'étudiant son appréciation sur:

I- lui-même en tant qu'étudiant,
II- l'école en général,
III- les mathématiques,
IV- l'enseignement par ordinateur.

L'enquête s'adressait à 350 étudiants de seize classes; huit de ces classes avaient suivi un enseignement complémentaire par ordinateur en mathématiques.

On demandait ensuite aux étudiants de classer par ordre d'importance les rôles suivants de l'ordinateur:

A - testing,
B - étude de matière nouvelle,
C - révision,
D - jeux (ex: échecs),
E - exercice sur une matière difficile,
F - calculs (ex: racine carrée),
G - écriture de programmes.

RESULTATS :

Quant à l'importance relative des rôles de l'ordinateur, les classements donnés par les élèves ont conduit aux résultats suivants:

ROLE	RANG MOYEN	
B- étude ------------------------	2.27	le plus important
E- exercices --------------------	2.77	
C- révision ---------------------	2.87	
F- calculs ----------------------	4.09	
A- testing ----------------------	4.82	
G- programmes -------------------	5.19	
D- jeux -------------------------	6.03	le moins important

D'autre part, les appréciations de tous les élèves concernant les quatre points mentionnés (I, II, III, IV) conduisent aux pourcentages de la page suivante.

ATTITUDE DE TOUS LES ELEVES			
	favorable	neutre	défavorable
I	53.1%	28.8%	18.1%
II	60.7%	18.8%	20.5%
III	58.9%	19.9%	21.2%
IV	57.2%	29.5%	13.3%

L'attitude favorable des élèves envers l'enseignement par ordinateur (IV) est principalement due aux appréciations données par ceux qui l'ont effectivement utilisé (61.4% vs 53.0%). De même, l'attitude favorable envers les mathématiques (III) est due aux appréciations données par les élèves qui ont suivi un enseignement complémentaire par ordinateur (60.0% vs 57.8%).

COMPTE RENDU NUMERO 17

ORGANISME CONCERNE : Université de Saskatchewan.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

NIVEAU : Universitaire.

MATIERE : FORTRAN (Introduction à la programmation).

REFERENCE : [12].

COMMENTAIRES :

L'expérience touchait 76 élèves divisés en trois groupes. Chacun de ces groupes suivait le cours de Fortran:

- avec un professeur (groupe 1),
- en enseignement programmé (groupe 2),
- en enseignement assisté par ordinateur (groupe 3).

Au campus de Regina, on disposait de deux terminaux IBM 2741, reliés à un ordinateur IBM 360/67 à Edmonton.

RESULTATS :

Les trois groupes ont subi trois tests de Fortran, quatre problèmes et un examen final.

Les performances obtenues par les étudiants ont été jugées équivalentes par les trois méthodes.

On a observé que l'attitude des étudiants envers l'ordinateur était très bonne.

Concernant le temps d'apprentissage, les élèves ont [illegible] qu'il leur fallait environ 750 minutes pour suivre l'enseignement programmé; le cours en classe a duré 300 minutes; par ordinateur, il a fallu en moyenne 225 minutes.

Rapport LPI, 1973, tome I

COMPTE RENDU NUMERO 18

ORGANISME CONCERNE : Mercy Hospital School of Nursing (PLATO III)

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

MATIERE : Nursing

REFERENCE : [9].

COMMENTAIRES :

Un groupe de cent étudiants a suivi 22 leçons au terminal. Un groupe contrôle a suivi le même cours de façon magistrale.

On disposait de 70 terminaux reliés à un ordinateur CDC 1604; vingt de ces terminaux pouvaient être utilisés simultanément.

RESULTATS :

On n'a pas trouvé de différence significative entre les notes des deux groupes. Les étudiants du groupe expérimental ont mis entre 28 et 40 heures pour suivre le cours au terminal. Les étudiants du groupe contrôle ont mis 84 heures en classe. Un sondage a montré que 50% des étudiants du groupe expérimental préféraient l'ordinateur aux autres média comme moyen d'enseignement. Quatre étudiants sur cinq affirment que l'équipement ne rend pas la concentration difficile.

COMPTE RENDU NUMERO 19

ORGANISME CONCERNE : U.S. Army Signal Center and School Fort Monmouth.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

NIVEAU : Professionnel.

MATIERE : Electronique.

REFERENCE : [2].

COMMENTAIRES :

Le but est de comparer l'enseignement traditionnel à l'enseignement assisté par ordinateur. Les comparaisons sont faites entre deux groupes de 155 étudiants dans une première phase et deux groupes de 121 dans une deuxième phase.

RESULTATS :

Pour la phase 1, on trouve une différence significative au niveau de 5% pour les notes obtenues; la différence est significative au niveau de 1% pour le nombre d'échecs. Une étude plus poussée montre que ces différences sont dues aux élèves les plus faibles. L'enseignement assisté par ordinateur est donc d'autant meilleur que les étudiants sont faibles.

Pour la phase 2, il n'y a pas eu d'échec

à la suite de l'enseignement assisté par ordinateur; il y en a eu 7 à la suite de l'enseignement traditionnel.

De plus, par ordinateur, les étudiants ont gagné environ 25% du temps:

30 heures au lieu de 42 à la phase 1
23 heures au lieu de 30 à la phase 2.

Enfin, le test d'attitude montre que les étudiants préfèrent l'enseignement assisté par ordinateur.

ENSEIGNEMENT	PAR ORDINATEUR	TRADITIONNEL
	PHASE I	
NOTES ECHECS TEMPS	104 26 29.55	101 33 42.00
	PHASE 2	
NOTES ECHECS TEMPS	114 0 23.02	111 7 30.00

Rapport LPI, 1973, tome 1

COMPTE RENDU NUMERO 20

ORGANISME CONCERNE : Université de Pennsylvanie.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

NIVEAU : Les étudiants étaient des professeurs à l'élémentaire.

MATIERE : Mathématiques.

REFERENCE : [31].

COMMENTAIRES :

Les données disponibles concernent 134 étudiants.

Les étudiants ont suivi environ huit sessions au terminal (8.18) sur une période de vingt-deux jours (21.85) ce qui représente une moyenne d'à peu près dix-neuf heures au terminal (19.24).

RESULTATS :

Les étudiants ont passé un pré-test et un post-test de 80 questions à choix multiple. Ils ont également passé un pré-test et un post-test d'attitude envers les mathématiques. Ils ont enfin passé un post-test d'attitude envers le mode d'enseignement.

On a obtenu les chiffres suivants:

	PRE-TEST	POST-TEST
RESULTATS OBTENUS	51.40	69.65
ATTITUDE ENVERS LES MATHEMATIQUES	92.14	93.01

Quant à l'attitude envers l'ordinateur, elle s'est révélée très favorable.

De plus, on a remarqué que le plus lent des étudiants avait mis quatre fois plus de temps que le plus rapide.

Rapport LPI, 1973, tome I

COMPTE RENDU NUMERO 21

ORGANISME CONCERNE : Université de Floride

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

NIVEAU : Secondaire.

MATIERE : Chimie.

REFERENCE : [66].

COMMENTAIRES :

Le but de l'expérience est d'étudier l'efficacité à court terme de l'enseignement par ordinateur de type tutoriel pour certains chapitres de chimie au secondaire. Les étudiants ont passé un post-test après le cours et un autre, soixante jours plus tard.

RESULTATS :

Aux deux tests les étudiants du groupe contrôle ont obtenu des notes de 20% supérieures à celles obtenues par les étudiants du groupe expérimental. Cependant le groupe expérimental a mis 50% moins de temps.

L'intérêt pour l'ordinateur est, de façon générale, favorable.

COMPTE RENDU NUMERO 22

ORGANISME CONCERNE : Education Development Dept. IBM UK Ltd.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel*

NIVEAU : **Universitaire**

MATIERE : Langage de programmation PIL (Pittsburgh Interpretative Language).

REFERENCE : [20].

COMMENTAIRES :

Vingt élèves de première année d'université en mathématiques et informatique sont répartis en trois groupes.

Groupe A:

Sept élèves suivent le cours et les exercices en classe.

Groupe B:

Six élèves suivent le cours sur ordinateur et les exercices en classe.

Groupe C:

Sept élèves suivent le cours et les exercices au terminal.

RESULTATS :

On a trouvé que les bons élèves réussissent aussi bien, quelle que soit la méthode d'enseignement. Les élèves les moins doués profitent mieux de l'enseignement par ordinateur grâce à l'individualisation.

Les élèves dont les résultats au pré-test sont supérieurs à la moyenne et dont les résultats au post-test sont inférieurs à la moyenne, ont trouvé pénible l'attente au terminal; ils ont jugé qu'ils étaient trop lents à dactylographier et que l'enseignement par ordinateur était une méthode trop impersonnelle.

COMPTE RENDU NUMERO 23

ORGANISME CONCERNE : Montgomery county public schools.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

NIVEAU : Secondaire.

MATIERE : Algèbre.

REFERENCE : [57].

COMMENTAIRES :

L'expérience touche quatre-vingt-neuf étudiants; quarante-quatre font partie du groupe expérimental, et quarante-cinq du groupe contrôle. Les deux groupes suivent un enseignement traditionnel.

Dans le groupe expérimental, les élèves qui ont besoin de compléments d'information les reçoivent par ordinateur.

RESULTATS :

Comme prévu, on a observé chez les deux groupes une augmentation significative des notes obtenues entre le pré-test et le post-test. Cependant, comme on pourra le voir dans le tableau de la page suivante, ce sont les notes du groupe expérimental qui ont le plus augmenté; la différence (2.63) est significative au seuil .05; ces résultats sont basés sur les notes des vingt-deux élèves les plus faibles au pré-test dans chaque groupe.

		Groupe expérimental	Groupe contrôle	Différence
PRE-TEST	moyenne	14.73	14.82	0.09
	écart-type	2.99	2.08	////
POST-TEST	moyenne	21.50	18.95	2.55
	écart-type	4.24	4.07	////
GAIN	moyenne	6.77	4.14	2.63
	écart-type	3.15	4.14	////

COMPTE RENDU NUMERO 24

ORGANISME CONCERNE : LPI, ministère de l'Education du Québec.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

NIVEAU : Ecole normale

MATIERE : Mathématiques: calcul vectoriel.

REFERENCES : [68].

COMMENTAIRES :

Vingt-quatre étudiantes sont réparties au hasard en trois groupes. Les trois groupes suivent le cours au terminal:

- le groupe A suit le cours sur écran cathodique avec projecteur de diapositives et messages sonores;
- le groupe B suit le cours sur écran cathodique avec messages sonores; les photos sont dans un cahier d'accompagnement;
- le groupe C suit le cours sur écran cathodique; les messages et les photos sont dans un cahier d'accompagnement.

RESULTATS :

Le tableau suivant présente les moyennes et écarts-types des trois groupes au pré-test et post-test.

GROUPE	PRE-TEST		POST-TEST	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
A	26.88	8.99	76.88	5.56
B	27.50	7.07	73.75	4.84
C	25.63	11.84	71.88	13.91

Dans ce tableau, on trouvera les moyennes et les écarts-types du temps (en minutes) pris pour suivre le cours:

GROUPE	MOYENNE	ECART-TYPE
A	140.75	23.80
B	144.00	33.39
C	173.50	28.66

La moyenne globale est de 152.75 minutes. Dans les groupes A et B, 12 étudiantes sur 16 ont mis moins de 152.75 minutes et dans le groupe C, 6 sur 8 ont mis plus que 152.75 minutes.

L'élève le plus rapide a mis 103 minutes et l'élève le plus lent a mis 213 minutes.

Du point de vue du temps, il n'y a pas de différence significative entre les groupes A et B; par contre la différence est significative au seuil .01 entre le groupe (A+B) et le groupe C.

Les résultats au test d'attitude de Penn-State montrent que 93% des étudiants sont satisfaits des média utilisés.

De façon générale, on trouve les attitudes suivantes face à l'enseignement assisté par ordinateur:

15 sont favorables,
3 sont neutres,
6 sont défavorables.

COMPTE RENDU NUMERO 25

ORGANISME CONCERNE : Naval Personnel and Training Research Laboratory.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

NIVEAU : Professionnel.

MATIERE : Physique: courant alternatif.

REFERENCE : [27].

COMMENTAIRES :

Le rapport date de mai 1970. Parmi 251 étudiants, 51 sont choisis au hasard et forment le groupe expérimental.

Les 200 étudiants restants forment le groupe contrôle.

A la fin de l'expérience, les deux groupes passent l'examen régulier de l'école et un test supplémentaire sur les objectifs non mesurés par l'examen.

RESULTATS :

Les étudiants du groupe expérimental ont réussi mieux que ceux du groupe contrôle à l'examen et au test.

De plus, les étudiants du groupe expérimental ont mis entre 33% et 44% moins de temps que les étudiants du groupe contrôle.

COMPTE RENDU NUMERO 26

ORGANISME CONCERNE : Naval Personnel and Training Research Laboratory.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel.*

NIVEAU : Professionnel.

MATIERE : Physique: inductance

REFERENCE : [35].

COMMENTAIRES :

Le rapport date de mars 1971. Parmi 230 étudiants, 50 sont choisis au hasard et forment le groupe expérimental. Les 180 restants forment le groupe contrôle. L'expérience est semblable à celle du compte rendu no. 25.

RESULTATS :

Au test complémentaire, le groupe expérimental réussit beaucoup mieux que le groupe contrôle. A l'examen il n'y a pas de différence. En combinant les notes, les étudiants du groupe expérimental surpassent de 10% les étudiants du groupe contrôle; de plus, avec une moyenne de 8.75 heures ils sauvent 48% du temps mis par le groupe contrôle.

COMPTE RENDU NUMERO 27

ORGANISME CONCERNE : LPI, Ministère de l'Education du Québec.

UTILISATION : *Enseignement tutoriel et non-directif.*

NIVEAU : Collégial.

MATIERE : Physique: théorème de Thévenin.

REFERENCES : [33].

COMMENTAIRES :

Le cours est divisé en 17 modules. Une quarantaine de modules supplémentaires permettent de répondre à des questions des élèves.

Les questions peuvent être posées en français courant.

Le groupe expérimental comptait 22 étudiants et le groupe contrôle en comptait 92.

RESULTATS :

Les moyennes obtenues au post-test sont de 51.7% avec ordinateur (groupe expérimental) et de 47.7% avec l'enseignement traditionnel (groupe contrôle).

Le temps moyen pris pour suivre le cours a été de 2 heures 54 minutes.

L'étudiant le plus rapide a mis une heure 54 minutes, et l'étudiant le plus lent a mis 3 heures 43 minutes.

Le cours traditionnel a duré une heure 55 minutes.

A l'aide du test de Penn-State on a recueilli les opinions suivantes:

10 très favorables
19 favorables
12 incertaines
1 négative.

Concernant les possibilités offertes aux étudiants de poser des questions, on a relevé:

49 demandes de définitions
63 demandes d'aide.

LISTE DES FIGURES

1.	Liste des logiques de programmation d'après Helen Lekan.	3
2.	Classification des types de cours CAI par ENTELEK.	4
3.	Classification des utilisations de l'ordinateur par Robert Seltzer.	4
4.	Classification de J.H. King.	5
5.	Illustration des types d'applications de l'ordinateur comme support à l'enseignement d'après Alan B. Salisbury.	5
6.	Classification des utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques.	10
7.	Illustration du cycle de préparation de matériel pédagogique.	40
8.	Modèle du système d'information pour la gestion des communications et des ressources en enseignement supérieur.	68
9.	Le système UDEANS pour la gestion des ressources pédagogiques par ordinateur.	69

10. Exemple de hiérarchisation des objectifs pour une application d'*évaluation individualisée*. 84

11. Relations entre les informations contenues dans les différentes banques d'un système de *gestion de cheminement*. 95

12. Illustration des composantes d'un système de *gestion de cheminement* du type PLAN 98

13. Illustration des étapes d'une utilisation d'un système de *gestion de cheminement*. 99

14. Représentation d'un bloc de matière 125

15. Cheminement type à l'intérieur d'un bloc de leçons en *exercices répétés*. 126

REFERENCES

1 ABRAHAMSON, Stephen, Richard M. WOLFE and J.S. Denison, *A Computer-Based Patient Simulator for Training Anesthesiologists*, d'après résumé ENTELEK 2161 A159.

2 ADIS, *Minutes and Proceedings of the Semi-annual meeting of the Association for Development of Instructional Systems*, Février 1971, 37 p.

3 BELANGER, André, "Expérience pédagogique avec le système IIF", in *Colloque de Québec mai 1972: L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mai 1972, pp. 77-82.

4 BOBLICH, John M., "Discovering the conservation of momentum through the use of a computer simulation of a one-dimensional elastic collision", in *Science Education*, Vol. 56, issue No 3, July - September 1972, pp. 337-344.

5 BOYD, Gary M., "A Laboratory for CAI Lesson Research and Development", in *Comptes Rendus du Colloque Canadien sur la Technologie Pédagogique*, Conseil National de Recherches du Canada, NRCC No 12726, Calgary, 1972, pp. 437-446.

6 BOYD, Gary M., "The Production of Programmed Lessons by a Transactional Method", in *Colloque de Québec, mai 1972: L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mai 1972, pp. 243-252.

7 BRIEN, Robert, *Techniques de fabrication de cours*, Laboratoire de Pédagogie Informatique, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, janvier 1971, 85 p.

8 BRIEN, Robert, BROCHU, Céline et GATEAU, Bernard, *Attitude des élèves envers le CAI au moyen du test PENN-STATE*, (document de travail), Laboratoire de Pédagogie Informatique, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mai 1972, 14 p.

9 BUZER, Maryann D., and BOUDREAUX, Martha C., *Using a computer to teach Nursing*, 1969, ERIC ED 044 950.

10 CHASSE, Yvan, and JUNGMAN, Alain, "L'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement de la physique", *Colloque de Québec, mai 1972: L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mai 1972, pp. 25-45.

11 CONNECTICUT STATE DEPARTEMENT of EDUCATION, *Survey of the Instructional Use of the Computer in Connecticut's Public and Private High Schools*, Hartford, Bureau of elementary and secondary education, December 1968, ERIC ED 028 640.

12 CROPLEY, A.J., and GROSS, P.F., "The Effectiveness of Computer-Assisted Instruction", in *The Alberta Journal of Educational Research*, Vol. XVI, No 4, December 1970, pp. 203-210.

13 DEFOREST, F.C., "Programme d'ordinateur pour problèmes de dynamique", in *Colloque de Quebec, mai 1972: L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mai 1972, pp. 63-73.

14 DELFRATE, Adelaide, "Recon: A Multi-media Instant Personal Library", (p. 64), partie de l'article: "Some Applications of Technology to Information Handling and Education at NASA-Goddard Space-Flight Center", John R. Gallow, in *Educational Technology*, Vol. X, No 1, January 1970, pp. 61-69.

15 DELORD, Gérard, "Expérience de cours CMI au niveau secondaire", in *Colloque de Quebec mai 1972: L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mai 1972, pp. 199-207.

16 DEIHL, Ned C., and RADOCY, Rudolf E., "Teaching Musicianship via Computer-Assisted Instruction", in *Educational Technology*, August 1971, Vol. X, No 8, pp. 23-24.

17 DICK, Walter, and GALLAGHER, Paul, "System Concepts and Computer-Managed Instruction: An Implementation and Validation Study", in *Educational Technology*, Vol. XII, No 2, February 1972, pp. 33-39.

18 DICK, Walter, and LETTER, Raymond, *Comparative effects of ability and presentation mode in Computer-Assisted Instruction and Programmed Instruction*, tech. memo no. 5, July 1, 1969, ENTELEK 7100-D547.

19 DOUGLAS, Andy, and ABRAHAMS, John R., "The Use of a terminal Based Simulation in Management Education", in *Comptes Rendus du Colloque Canadien sur la Technologie Pédagogique*, Conseil National de Recherches du Canada, NRCC No 12726, Calgary, 1972, pp. 231-238.

20 DOWSEY, M.W., "An Investigation into the On-line Teaching of Programming Languages", in *Programmed Learning & Educational Technology*, Vol 9, No 1, January 1972, pp. 34-47.

21 ELY, Donald P., Ed. (Prepared by the Commission) "Alphabetical listing of terminology", Audio-Visual Communication Review, Vol II, No 1, supp. 6, January 1963, Cité dans "The promises of Educational Technology in Ghetto Schools - Implementing the Coleman Report" in *To improve Learning, An Evaluation of Educational Technology*, Vol II, RR. Bowker (ed.), Xerox Corporation, New-York, 1971, pp. 611-626.

22 ENTELEK, *Computer-Assisted Instruction Guide*, Library of Congress, No 68-22088, 1968.

23 FERGUSON, Richard L., "A Model for Computer-Assisted Criterion Referenced Measurement", in *Education*, Vol.91, No 1, September-October 1970, University of Wisconsin, pp. 25-31.

24 FISHER, Stoval, Gayden, *A comparative Study of CAI and Conventional Mathematics Instruction in Arithmetic Computation in the Public Schools of Mc Comb, Mississipi and Franklin County, Mississipi*, August 1969, ENTELEK 7200 - 5889.

25 FLANAGAN, J.C., *The Role of Computer in PLAN*, American Institute for Reasearch, 1970, 14 p. (non publié).

26 FLETCHER, J.D., and SUPPES, P., "Computer Assisted Instruction in Reading: grades 4-6" in *Educational Technology*, Vol. XII, No 8, August 1972, pp. 45-49.

27 FORD, John D., and SLOUGH, Dewey A., *Development and Education of Computer Assisted Instruction for Navy Electronic Training. 1- Alternating Current Fundamentals*, Research Report SRR 70-32, May 1970, Entelek 7200-F693.

28 GATEAU, Bernard, "35 étudiants du secondaire V s'expriment sur leur expérience CAI", in *Colloque de Québec mai 1972: L'utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mai 1972, pp. 429-441.

29 GILMAN, David Alan, "The Origins and Development of Intrinsic and Adaptive Programming", in *AV Communication Review*, Vol. 20, No 1, Spring 1972, pp. 64-76.

30 HAGUEL, Marie-Jane, "L'enseignement de la logique mathématique par ordinateur", in *Colloque de Quebec mai 1972: L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mai 1972, pp. 194-198.

31 HALL, Keith A., *Inservice mathematics education for elementary school teachers via computer-assisted instruction*, interim report, August 8, 1969, report No R-22 the Pennsylvania State University, 62 p.

32 HALLWORTH, Herbert J., *Computer Based Courses in Teacher Education*, Faculty of Education, the University of Calgary, Alberta, 1968 (?), 7 p.

33 HICKEY, Albert E., *Computer-Assisted Instruction: A Survey of the Literature*, (third Edition), Entelek Incorporated, Newburyport, Massachusets 01950, 1968, 99 p.

34 HUDON, Romain, *Pré-expérimentation en électrotechnique*, Laboratoire de Pédagogie Informatique, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, juin 1971, 56 p.

35 HURLOCK, Richard E., *Development and Evaluation of Computer Assisted Instruction for navy Electronic Training. 2- Inductance*, Research Report SRR 71-22, March 1971, ENTELEK 7200 - H965.

36 IBM, *Epic: Fast, Student testing for Educational Institutions, General Information*, GH20-1131-0, 18 p.

37 JAMISON, D., SUPPES, P., and BUTLER, C., "Estimated Costs of Computer-Assisted Instruction for Compensatory Education in Urban Areas", in *Educational Technology*, Vol. XII, No 9. Septembre 1970, pp. 49-57.

38 KING, J.H., "Computer-Aided Instruction-Progress?" in *Programmed Learning and Educational technology*, Vol. 8, No 2, April 1971, pp. 81-90.

39 LAFRENZ, Dale E., et alii, *Calculateur appliqué aux mathématiques par programmation*, (traduction: Marc Vézina), Commission des Ecoles Catholiques de Montréal, 3737 Sherbrooke est, Montréal, 1971, 137 p.

40 LAVOIE, Jean, "Système informatique de contrôle d'apprentissage", in *Comptes Rendus du Colloque Canadien sur la Technologie Pédagogique*, Conseil National de Recherches du Canada, NRCC No 12726, Calgary, mai 1972, pp. 142-159.

41 LAWLER, R. Michael, *An investigation of selected instructional strategies in an undergraduate computer-managed instruction course*, *Technical Report No 19* , the Florida State University, April 30, 1971.

42 LEKAN, Helen A., *Index to Computer Assisted Instruction*, (Third Edition), Instructional Media Laboratory, University of Wisconsin, Milwakee, Hartcourt Brace Jovanovich, New-York, 1971, 390 p.

43 LIPPY, Gérald, TOGGENBURGER, Frank, BROWN, C. Douglas, "Computer-Based Exercices Aid classroom teachers", *AEDS Journal*, mars 1971, pp. 75-84.

44 LIVINGSTON, Samuel A., "Will a Simulation Game Improve Student Learning of Related Factual Material?", in *Educational Technology*, December 1971, pp. 19-20, Vol XI, No 12.

45 LOGO-GROUPE, Le manifeste Logrec, secrétariat Logrec, 945 chemin Chambly, Longueuil, P.Q., septembre 1971, 11 p.

46 LYMAN, Elizabeth R., *A Descriptive list of PLATO Programs 1960-70* (second Edition), Computer Based Education Research Laboratory, University of Illinois, CERL/X-2, May 1970, 43 p.

47 MITCHELL, P. David, "Simulating an Instructional System for an Educational Game", in *Comptes Rendus du Colloque Canadien sur la Technologie Pédagogique*, Conseil National de Recherches du Canada, NRCC No 12726, Calgary, 1972, pp. 221-230.

48 MITCHELL, P. David, TACHEREAU, Suzanne, and MITCHELL, Daphné, *Instructional Communications Models for a Simulated Classroom*, Sir George Williams University, Montréal 1972, 26 p. (non-publié).

49 OLIVIER, W.P., "Computer-Assisted Mathematics for Up-Grading Sudent Skills", in *Comptes Rendus du Colloque Canadien sur la Technologie Pédagogique*, NRCC No 12726, Calgary 1972, pp. 206-220.

50 OLIVER, W.F., and CHURCHILL, S., "Computer-Assisted Instruction at the Ontario Institute for Studies in Education", in *AEDS Monitor*, February 1971, pp. 3-6.

51 PAPERT, Seymour and SOLOMON, Cynthia, *Vingt projets à realiser avec un ordinateur*, (traduction: Guy Montpetit), Massachussetts Institute of Technology, Laboratoire d'intelligence artificielle, Cambridge, Massachusetts 02139, June 1971, 50 p.

52 PAQUIN-ROBERGE, Luce, *Description technique des programmes de support à l'enseignement assisté par ordinateur au L.P.I.*, Laboratoire de Pédagogie Informatique, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mars 1971, 128 p.

53 PAQUIN-ROBERGE, Luce, "Programmes de support à l'enseignement assisté par ordinateur", in *Colloque du Québec mai 1972: L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mai 1972, pp. 294-299.

54 PEUCHOT, Maurice, "CMDDAI: de l'enseignement assisté à la diffusion automatique de l'information", in *Informatique*, mai 1971, pp. 17-24.

55 POPHAM, W.J., *Instructional Objectives Exchange*, Center for the Study of Evaluation, University of California, Los Angelos, California 90024, 10 p.

56 ROBINSON, Thomas E., and LAUTENSCHLAGER, Eleanor, "Evaluation of Student Attitude Questionnaires", in *Computer-Assisted Instruction Project*, Montgomery Public Schools, pp. 435-454.

57 ROBINSON, Thomas E., and LAUTENSCHLAGER, Eleanor, "Measuring Computer-Assisted Instruction Effectiveness in Algebra II", in *Computer-Assisted Instruction Project*, Montgomery County Public Schools, pp. 424-433.

58 SALISBURY, Alan B., "Computers and Education: Toward Agreement on Terminology", in *Educational Technology*, Vol. XI, No 9, September 1971, pp. 35-40.

59 SALISBURY, Alan B., "An overview of CAI", in *Educational Technology*, Vol. XI, No 10, October 1971, pp. 48-53.

60 SEARS, Pauline S., and FELDMAN, David H., *Changes in Young Children's Classroom behavior after a year of Computer Assisted Instruction*, Research memorandum, School of education, Stanford University, Stanford, California, May 1968, ENTELEK 3600 - 5439.

61 SELTZER, Robert A., "Computer-assisted Instruction: What it can and cannot do", in *American Psychologist*, Vol. 26, No 4, April 1971, pp. 373-377.

62 SHANNER, William M., *PLAN. A System of Individualized Instruction Utilizing Currently Available Instructional materials*, Westhinghouse Learning Corporation, 100 Park Avenue, New-York, New-York 10017, 1967 (?), 8 p.

63 SILBERMAN, Harry F., "Applications of Computers in Education", in *Programmed Learning and Educational Technology*, Journal for Programmed Learning and Educational technology, Sweet and Maxwell, Londres, Vol. 5, 1968, pp. 7-12.

64 STEEN, Margaret T., and LIPE, Dewey, *Teacher Behavior in PLAN and Control Classrooms using the PLAN Teacher Observation scale*, Paper read at the annual meeting of the American Psychological Association in Miami Beach, Florida, September 5, 1970, 25 p. appendix "Operational Defenitions of teacher Behavior Categories", 14 p.

65 STEEN, Margaret T., and LIPE, Dewey, and QUIRK, Thomas J., "The Development of the PLAN SOS: A Student observation scale for Individualized Instruction", in *Psychology in the schools*, Vol. IX, No 1, January 1972, pp. 37-88.

66 SUMMERLIN, Lee, *A feasibility study of tutorial type computer assisted instruction in selected topics in high school chemistry*, Technical Memo No 39 the Florida State University, July 26, 1971.

67 SUPPES, P., "The computer teaches arithmetic", in *School Review*, University of Chicago, Vol. 79, No 2, February 1971, pp. 213-225.

68 THIBAUDEAU, Michel, *Audio-visuel et cours automatisé: étude de l'apport audio-visuel dans la présentation d'un cours automatisé*, Laboratoire de Pédagogie Informatique, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, juillet 1971, 79 p.

69 TIMBIE, Michèle, and COOMBS, Don H., *An Interactive Information Retrieval System; case studies on the Use of DIALOG to Search the ERIC Document File*, Stanford University, California, ERIC Clearinghouse on Educational Media and Technology, December 1969, ERIC ED 034 431.

70 TUCKMAN, Bruce W., and EDWARDS, Keith J., "A systems Model for Instructional Design and Management", in *Educational technology*, Vol. XI, No 9, September 1971, pp. 21-26.

71 VASKEVITCH, D., "Teaching Propositional calculus with CAL using APL", in *Comptes Rendus du Colloque Canadien sur la Technologie Pédagogique*, NRCC No 12726, Calgary, 1972, pp. 240-251.

72 VIERLING, Jacqueline S., and SHIVARAM, M., "On Line Computer Managed Instruction - the First Step", in *Fall Joint Computer Conference*, 1970, pp. 231-239.

73 VINSONHALER, John F., MILLIN, David, and GILLMORE, Gerald M., "Computer Management of Instructional Ressources", in *Educational Technology*, Vol. XI, No 5, May 1971, pp. 32-35.

SERVICE DE LA REPROGRAPHIE
Août 1973

E D U Q 8170187 B

Rapport sur L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques

TOME III ÉTENDUE

Service de l'Informatique
Ministère de l'Éducation

D
361

E D U Q 8170187 B

l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques

tome III

ETENDUE

rapport sur

L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques

tome III

Étendue

Laboratoire de Pédagogie Informatique
Service de l'Informatique
Ministère de l'Éducation du Québec
Mars 1973

Les trois tomes* du document sur "L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques" proviennent d'un rapport déposé en mars 1973 au ministère de l'Education par le Laboratoire de pédagogie informatique. Conduite sous la direction de monsieur William Lee, cette étude fait suite aux travaux du Laboratoire constitué en 1968 dans le Service de l'informatique du ministère de l'Education.

Pour le premier tome, la classification et la description des types d'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement ont été faites par monsieur Guy Chevalier et les comptes rendus d'expérience par monsieur Bernard Gateau.

Le second tome, portant sur les coûts de ces différents types d'emploi de l'ordinateur, a été écrit par monsieur François Labrousse.

Le troisième tome qui décrit l'étendue de l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement a été rédigé par monsieur Lucien Dubé.

La présentation et la mise au point du texte final ont été réalisées avec l'aide de mademoiselle Diane Laflamme.

---

* Tome 1: "types d'utilisation"
Tome 2: "coûts"
Tome 3: "étendue"

CLASSIFICATION DES UTILISATIONS DE L'ORDINATEUR A DES FINS PEDAGOGIQUES *

INSTRUMENT DE LABORATOIRE

- APPAREIL ELECTRONIQUE
- CALCULATEUR
- AUTOMATE
- SIMULATEUR
- INSTRUMENT DE RECHERCHE

INSTRUMENT DE GESTION PEDAGOGIQUE

- BANQUES D'INFORMATION
- EVALUATION
  - ANALYSE ET TRAITEMENT DE REPONSES
  - GENERATION ET CORRECTION DE QUESTIONNAIRES
  - EVALUATION INDIVIDUALISEE
- GESTION DE CHEMINEMENT

INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT

- EXERCICES REPETES
- ENSEIGNEMENT DE TYPE TUTORIEL
- ENSEIGNEMENT DE TYPE NON-DIRECTIF

---

* cf le tome 1 de ce rapport: "types d'utilisation"

TABLE DES MATIERES

1 Lignes de développement 1

2 Image de la situation actuelle 7

2.1 Matériel disponible 7

2.1.1 ordinateurs 7
2.1.2 terminaux 11
2.1.3 télécommunications 19
2.1.4 langages 28
2.1.5 programmes de cours 39

2.2 Utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques 43

2.2.1 introduction 43
2.2.2 utilisation de l'ordinateur comme *instrument de laboratoire* 44
2.2.3 utilisation de l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique* 53
2.2.4 utilisation de l'ordinateur comme *instrument d'enseignement* 58

3 Organismes de coopération et d'échange 68

3.1 Associations d'utilisateurs 68
3.2 Associations professionnelles 68
3.3 Organismes d'information 70
3.4 Organisations nationales 71
3.5 Réseaux d'ordinateurs 72
3.6 Organisations internationales 73
3.7 Conclusion 74

Annexes

Annexe A 75
Annexe B 79

Références 83

CHAPITRE 1

LIGNES DE DEVELOPPEMENT

Le développement de l'industrie informatique a pris son essor au début des années 50, mais il faudra attendre le début des années 60 pour voir les premières applications de l'ordinateur à des fins d'enseignement (ceci n'inclut pas les applications administratives de l'ordinateur dans l'enseignement, ni son usage pour l'apprentissage de l'informatique même).

Dès le début de la décennie précédente en effet, IBM (1960), Bolt, Beranek and Newman (1960), les universités de l'Illinois (1961) et de Standford (1963) commencent leurs recherches sur l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques.

Les figures 1 et 2 en pages 5 et 6 nous donnent un aperçu de l'augmentation du nombre de centres importants à partir des années 60. A partir des années 66-67 [23] le développement débute au niveau des écoles. Whitney et White [42] rapportent qu'en 1968, plus de cinquante organisations opéraient un système conversationnel ou louaient les services de leurs systèmes. Ceci représentait alors 2000 terminaux en usage.

L'index des programmes de l'université du Wisconsin donne, en 1969, 51 centres comme sources de programmes d'enseignement à l'aide de l'ordinateur; ce chiffre passe à 86 pour 1970 et à 176 pour 1972 (la majorité de ces centres sont situés aux Etats-Unis) [24,

25,26]. Ceci n'inclut pas le nombre de centres ou d'écoles qui utilisent des programmes existants sans en développer.

Présentement, on retrouve au Canada une douzaine de centres de recherche dans ce domaine. Au Québec, la recherche a débuté en 1968 avec la mise sur pied du Laboratoire de pédagogie informatique au ministère de l'Education. Plusieurs autres organismes [30], dont quelques universités, ont emboîté le pas. Au niveau collégial en 1972, une dizaine de collèges poursuivent des expériences avec l'ordinateur comme instrument pédagogique. Une expérience se déroule également au secondaire à la Commission des écoles catholiques de Montréal dans huit écoles différentes.

Les langages de programmation utilisables à des fins d'enseignement ont proliféré très rapidement. Dans le seul mode *instrument de laboratoire*, on peut actuellement compter au moins dix-huit langages interactifs différents [43]. Le premier a été créé par la Rand Corporation aux Etats-Unis; en 1964, celle-ci le mettait à la disposition d'un groupe privilégié de ses chercheurs.

Entre 1966 et 1969, douze nouveaux langages ont fait leur apparition [43]. Ici même au Canada, le Conseil national de recherches s'intéresse à cette question. Ainsi, un sous-comité regroupant des experts des diverses régions du pays, s'occupe à définir un langage canadien. Cette prolifération très rapide des langages informatiques pour l'enseignement n'est pas sans inquiéter ceux qui voudraient échanger les meilleurs programmes

construits. Plusieurs chercheurs et centres de recherche se penchent maintenant sur ce problème de non-compatibilité ou non-transférabilité des programmes.

L'évolution constatée précédemment dans le nombre de centres utilisant l'ordinateur à des fins pédagogiques (cf figures 1 et 2), s'est fait sentir également dans le développement de programmes informatiques pour l'enseignement. Plusieurs sources de programmes peuvent servir à faire état de ce développement. Ainsi le guide ENTELEK décrit dix-neuf programmes en 1966, 147 en 1969 et 386 en 1971. L'index de l'université du Wisconsin [24, 25, 26] décrit un plus grand nombre de programmes, soit 456 en 1969, 910 en 1970, 1264 en 1971 et 1766* en 1972. Ces chiffres sont reproduits dans l'histogramme de la figure 3.

Le développement précédent n'aurait pu se faire sans le secours des investissements publics. La figure 4, tirée d'un article de J. Donio publié en 1971-72 [19] compare, pour les Etats-Unis, les investissements en éducation à ceux faits dans l'achat d'ordinateurs affectés à l'enseignement. L'auteur fait précisément remarquer le caractère exponentiel du développement à partir des années 1969-70.

Cet essor considérable de l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques est dû pour une part, à l'amélioration de la technologie informatique. Deux

---

* Ce dernier chiffre a été obtenu par communication téléphonique avec le responsable de la quatrième édition de l'Index à l'université du Wisconsin.

lignes de développement se définissent au cours des années 60.

La première se dirige vers les très gros systèmes de *temps partagé*. Deux facteurs favorisent celle-ci: l'amélioration et la multiplication des moyens de communication d'une part, l'arrivée d'ordinateurs de plus en plus puissants d'autre part. Un des meilleurs exemples de ceci est bien le projet PLATO de l'université de l'Illinois. Ainsi PLATO IV du Dr Bitzer prévoit desservir 4000 usagers avec un seul ordinateur vers les années 1973-74. [5,6].

Une seconde ligne de développement est celle qu'on pourrait appeler ligne des petits ordinateurs. Elle tient son origine à l'amélioration de la technologie du "hardware", spécialement à la miniaturisation de plus en plus poussée des circuits et à la microprogrammation. Affectés qu'ils étaient au début, à des tâches spécialisées, les petits ordinateurs rognent de plus en plus le champ des gros systèmes à mesure que se développent leurs capacités de traitement et de calcul. Une compétition s'est engagée entre les systèmes centralisés et les systèmes décentralisés.

Mentionnons, en terminant, qu'une étude américaine du marché des ordinateurs avait prédit en 1968 que le nombre des ordinateurs aux Etats-Unis serait de 75,000 en 1972. En fait, ce nombre a été doublé. D'après le *Computer Yearbook 72* [14] il y en avait 150,000 en 1972.

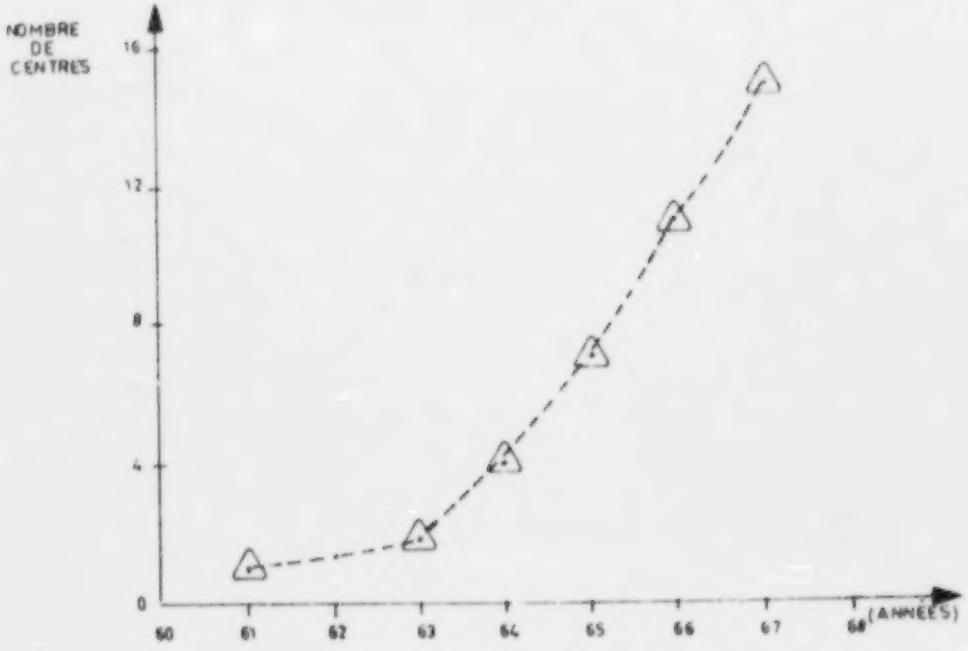


Fig. 1 - *Nombre de centres importants de recherche selon les années (d'après le guide ENTELEK 1968).*

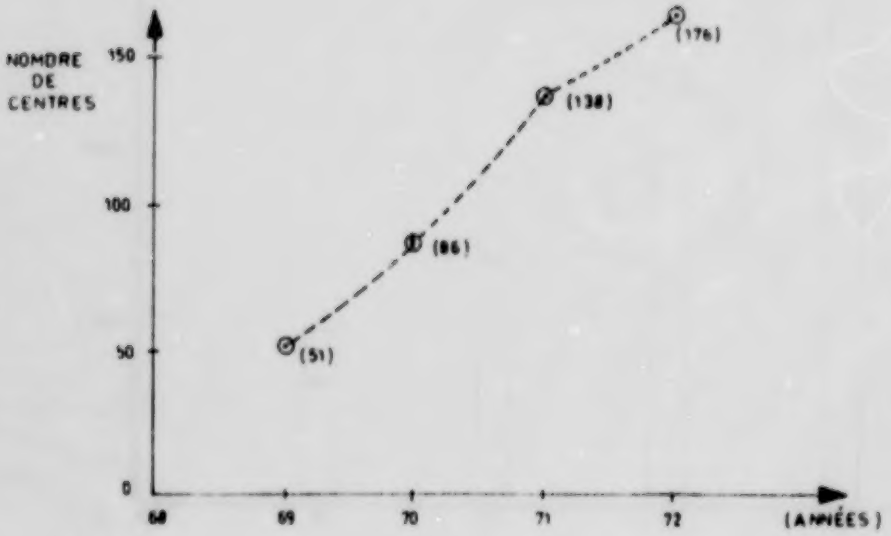


Fig. 2 - *Nombre de centres CAI selon les années (d'après l'index de programmes de l'université du Wisconsin).*

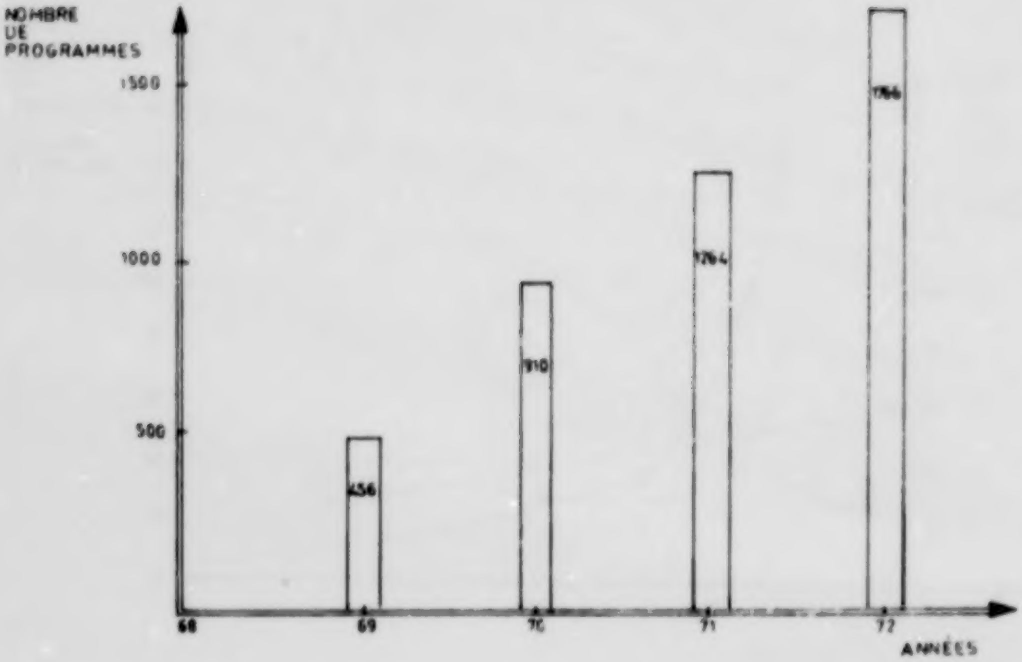


Fig. 3 - *Histogramme du nombre de programmes CAI décrits dans l'index de l'université du Wisconsin selon les années.*

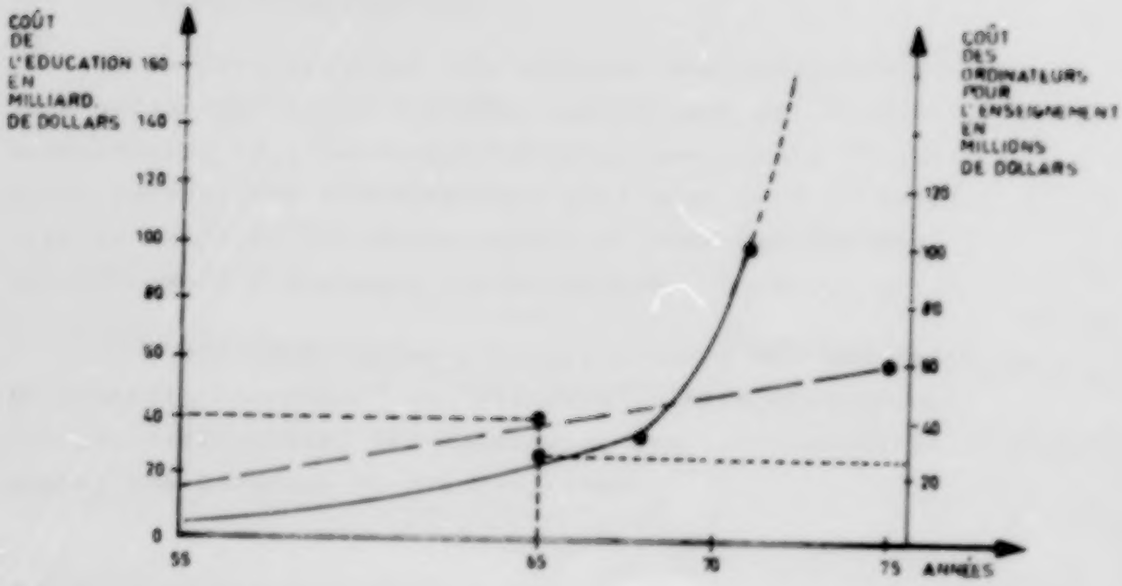


Fig. 4 - *Tendances des investissements en éducation aux Etats-Unis et dans l'achat d'ordinateurs pour l'éducation.*

Rapport LPI, 1973, Tome III.

CHAPITRE 2

IMAGE DE LA SITUATION ACTUELLE

2.1 Matériel disponible.

Le développement des utilisations pédagogiques de l'ordinateur a été lui-même conditionné par l'essor considérable de l'industrie informatique depuis 25 ans. Trois générations d'ordinateurs sont nées dans ce court laps de temps et les applications se sont multipliées parallèlement à l'avance technologique.

C'est ainsi qu'on retrouve aujourd'hui une foule de produits "hardware" ou "software". Nous discuterons ici des ordinateurs, des terminaux, des télécommunications, des langages et des programmes.

2.1.1 Ordinateurs.

Très peu de systèmes complets ont été faits spécialement pour l'enseignement*. Nous en avons expérimenté un au Laboratoire de pédagogie informatique. Il s'agissait du système 1500 de la compagnie IBM. Les caractéristiques pédagogiques de ce système proviennent

---

* La plupart des compagnies d'ordinateurs s'intéressent cependant à l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement. Certaines s'occupent principalement de ce domaine d'application. C'est le cas de la compagnie Hewlett-Packard qui dédie principalement ses systèmes pour les applications pédagogiques.

de son "software" et de ses terminaux spécialisés pour l'enseignement. L'ordinateur lui-même est le modèle 1130 utilisé dans quelques CEGEP au Québec.

En fait, la plupart des ordinateurs peuvent accomplir les fonctions informatiques nécessaires à leur utilisation en pédagogie. Fondamentalement, ces fonctions sont:

- fonction de traitement: exécution de programmes;
- fonction mémoire: emmagasinage des programmes et des fichiers de données;
- fonction échange: dialogue en local ou en distance avec les étudiants et les professeurs.

La définition d'un système dépend à la fois de l'importance absolue que l'on veut donner à chacune de ces fonctions et de l'importance relative de ces fonctions les unes par rapport aux autres.

a) Gros systèmes.

Un gros système est conçu à partir d'un ordinateur puissant. En se servant du nombre de programmes disponibles[26], on peut faire la liste des principaux ordinateurs centraux utilisés à des fins pédagogiques:

CDC 6400 et 6600
IBM* 360/40-50-67
UNIVAC 1108
GENERAL ELECTRIC 635-645
RCA SPECTRA 70

---

* Mentionnons également les ordinateurs IBM de la série 370. Le modèle 165 est utilisé actuellement au ministère de l'éducation.

L'ordinateur central d'un gros système peut à la fois gérer une mémoire importante et un grand nombre de terminaux soit en local, soit à distance. Au tout début, le nombre de terminaux interactifs reliés était très limité, mais avec le développement technologique on prévoit desservir des milliers de terminaux avec un même ordinateur. Le projet PLATO, par exemple, utilisait à ses débuts un Illiac 1 qui ne supportait qu'un seul terminal de visualisation, alors que maintenant, avec un CDC 6400, on prévoit supporter 4096 terminaux. [5,6].

Les avantages des gros systèmes résident dans le fait qu'ils donnent accès:

- à une très grande puissance de calcul et de traitement;
- à de nombreux programmes d'application;
- à des "software" de base (compilateurs, programmes utilitaires, etc...) plus nombreux.

b) Petits systèmes.

Une nouvelle orientation a vu le jour avec les progrès de la technologie et l'arrivée sur le marché des petits et des mini-ordinateurs. En effet, on s'est rendu compte qu'un nombre considérable de tâches confiées aux gros ordinateurs pouvaient être passées aux plus petits, même aux mini-ordinateurs. Ils sont généralement peu coûteux et font disparaître, dans bien des cas, les coûts de télécommunications.

Un mini-ordinateur est une unité dont la structure permet de résoudre des problèmes spécifiques, d'une

complexité limitée, pour un prix avantageux. La plupart des mini-ordinateurs ont une architecture très souple: micro-programmation, canal d'accès direct à la mémoire, etc. La modularité de ces systèmes permet souvent à l'utilisateur de l'adapter à ses propres besoins.

Il existe une trentaine de compagnies de mini-ordinateurs offrant près de cinquante modèles différents [14]. D'après l'index de programmes de l'université du Wisconsin, on peut faire la liste des petits ordinateurs les plus utilisés en pédagogie:

Général Electric	255-235
IBM	1130 et 1500
Digital Equipment Corporation	PDP 8

La compagnie Hewlett-Packard a mis sur le marché sa série 2000 de petits ordinateurs. Deux compagnies françaises développent de petits systèmes. La compagnie Télémécanique offre deux modèles (T1600 et T2000), et la Compagnie internationale pour l'informatique (Cii) propose le Mitra 15. On a monté sur chacune de ces machines un "software" spécialisé pour l'enseignement.

Avantages des petits systèmes:

- coût moins élevé pour bien des applications,
- décentralisation,
- adaptabilité aux besoins particuliers.

2.1.2 Terminaux.

L'évolution notée précédemment dans les "software" permettant une interaction directe entre l'usager et l'ordinateur ("time-sharing") et l'évolution de la téléinformatique ont provoqué une demande considérable de terminaux permettant des applications interactives. Ce marché est ainsi devenu un des plus importants en informatique*. On retrouve quelques 306 compagnies d'équipement de communication avec ordinateurs. Ce sont surtout les terminaux interactifs qui attireront notre attention dans cette étude; nous parlerons des terminaux de type machine à écrire, des terminaux de visualisation ainsi que de certains terminaux spéciaux.

a) Terminaux de type *machine à écrire*.

Ces terminaux sont électromécaniques, donc lents d'une façon générale. Leur vitesse d'impression varie de 10 à 30 caractères à la seconde. Ils sont robustes et de prix avantageux. Ceux du genre *télétype* peuvent servir pour la transmission de messages entre usagers d'un réseau ainsi que pour l'interaction avec l'ordinateur.

Ces terminaux sont très populaires actuellement et servent pour la majorité des applications à distance.

---

* La marché des terminaux représentait, en 1972, la moitié du marché de l'informatique [14].

Des compagnies fabriquent maintenant des terminaux portatifs de ce type. Un des principaux avantages du terminal-papier est, en plus de son faible coût, la trace écrite qu'il laisse à l'utilisateur. Plusieurs, cependant, sont très bruyants. De nouveaux principes d'impression permettent maintenant de construire des terminaux relativement silencieux.

b) Terminaux de *visualisation.*

Le progrès de la technologie [14] et l'abaissement des coûts "hardware" ont permis la commercialisation d'un nouveau type de terminal plus silencieux, l'écran cathodique. Depuis deux ans, l'évolution des écrans de visualisation a été très rapide. Tous les jours, de nouveaux constructeurs mettent sur le marché des terminaux de ce type, mieux conçus, moins chers. Cependant, l'élément de base est toujours un écran cathodique, simple tube de téléviseur doté de circuits plus ou moins élaborés qui lui permettent de résoudre mieux tel ou tel problème particulier: gestion, éducation, affichage de messages, etc.

Plusieurs compagnies offrent un terminal dont l'écran est un téléviseur ordinaire et qui peut servir comme tel lorsqu'il ne sert pas comme terminal d'ordinateur. Une compagnie américaine a récemment mis au point un clavier avec "dataphone"* incorporé, qui permet

---

* Le "dataphone", aussi appelé "modem", est un instrument qui sert à convertir les signaux binaires des ordinateurs en signaux analogiques acceptables pour les lignes téléphoniques.

de faire de tout téléviseur un terminal d'ordinateur à condition de disposer d'un téléphone situé au même endroit.

Le nombre de manufacturiers de terminaux visuels est actuellement assez grand: environ 100 pour les terminaux alphanumériques et 20 pour les terminaux ayant en plus diverses possibilités graphiques. Mentionnons que ces derniers permettent d'afficher à l'écran autre chose que des caractères, de tracer des courbes, par exemple. Ceci peut en doubler ou tripler le prix. La plupart de ces terminaux peuvent servir à des applications pédagogiques, à condition de concevoir un système "software" pour bien les exploiter. Certains ont été spécialement conçus pour des applications pédagogiques. Par exemple, le terminal canadien Lektromedia a été commercialisé à partir d'une étude du Conseil national de la recherche scientifique.

L'évolution actuelle montre donc une tendance de plus en plus marquée pour l'utilisation de l'écran cathodique comme terminal d'ordinateur. Un des avantages est la possibilité d'affichage d'un grand nombre de caractères par seconde. Un autre avantage consiste à présenter sur le même support une quantité importante d'information, de pouvoir modifier telle ou telle partie de cette information sans écrire à nouveau tout l'écran. Pour l'enseignement, ceci représente un avantage certain. Le fait qu'il ne reste pas de trace écrite après l'utilisation d'un tel terminal, apparaît pour certains, un désavantage marqué. Pour obvier à cette difficulté, plusieurs compagnies présentent des mini-imprimantes capables de re-

produire rapidement le contenu d'un écran. D'autres se servent de principes photographiques pour la même fin.

Au point de vue économique, la possibilité d'utiliser un téléviseur ordinaire comme terminal d'ordinateur pourrait s'avérer un avantage assez important.

Un nouveau terminal de visualisation a fait son apparition sur le marché. A cause de son principe nouveau (écran non-cathodique) et des espoirs qu'il suscite, nous tenons à le signaler d'une façon particulière. Il s'agit du terminal à plasma mis au point par le projet PLATO de l'université de l'Illinois. Ce terminal offre tous les avantages des terminaux alphanumériques et graphiques à un prix beaucoup moindre. En plus, un dispositif interne permet de projeter sur l'écran lui-même, l'une des 256 photographies emmagasinées sur micro-fiches, et ce avec un temps d'accès très court pour chaque photographie. Ce terminal permet même la surimpression d'une photographie et d'un texte. [6].

c) Terminaux spéciaux.

Ces terminaux sont destinés soit à remplir une fonction audio-visuelle importante au point de vue pédagogique, soit à être utilisés pour un type particulier d'applications pédagogiques.

Citons d'abord l'existence de terminaux qui sont tout simplement des appareils déjà connus, contrôlés par ordinateur.

i) Magnétophones.

Il s'agit ici de magnétophones ordinaires, auxquels on ajoute des circuits permettant à l'ordinateur de les contrôler et d'y retrouver un message préalablement enregistré en se servant soit de l'adresse du message sur la bande, soit de l'adresse de la bande elle-même. Dans ce dernier cas, l'ordinateur contrôle une banque de rubans magnétiques et une banque de magnétophones.

Plusieurs écoles américaines disposent de telles installations où les étudiants, de plusieurs endroits de l'école, peuvent composer un numéro de cours en se servant du cadran du téléphone et recevoir immédiatement par des écouteurs spéciaux le cours demandé [2]. Il n'y a cependant pas interaction entre l'ordinateur et l'étudiant.

Dans les cas où l'utilisation de ces terminaux se fait en conversationnel (ce sont les cas où l'on doit référer souvent à des messages différents sur une même bande), le temps de réponse du système peut imposer des limitations aux applications. Malgré ce désavantage, plusieurs applications demeurent tout de même possibles, particulièrement au primaire. En effet, on a intérêt à utiliser un terminal équipé d'un magnétophone au moment où l'habileté de lecture est peu ou pas développée chez les élèves.

Notons que, dans tous ces cas, l'ordinateur ne compose pas lui-même le message qu'il fait entendre; il ne fait que le rechercher sur le bon support d'enregis-

trement et contrôler l'appareil qui le reproduit. Plusieurs de ces terminaux permettent aussi d'enregistrer la voix de l'étudiant. Encore là l'ordinateur n'analyse pas cette voix. Le domaine "reconnaissance de la voix", d'une part, et composition de messages auditifs, d'autre part, en est un où il se fait actuellement d'intenses recherches [1].

ii) Magnétoscopes.

Le magnétoscope peut également être commandé par ordinateur. Comme dans le cas précédent, l'ordinateur peut contrôler une banque de magnétoscopes et de rubans magnétoscopiques. Cependant la diffusion d'un tel système de cours, à demande, sur magnétoscope, ne peut se faire aussi facilement que pour le magnétophone. En effet, l'image magnétoscopique doit être transmise par câble spécial.

Quant à l'utilisation du magnétoscope en conversationnel, les applications doivent tenir compte du temps de réponse du système (temps pour retrouver le message voulu).

iii) Projecteurs de diapositives ou de films fixes.

Ces terminaux sont généralement des appareils de modèle courant auxquels on incorpore les circuits permettant de les contrôler par ordinateur et de retrouver rapidement l'adresse d'une image particulière.

Le temps de réponse pourra encore ici limiter les applications, surtout dans les cas où le nombre d'images est très élevé.

On a déjà vu que le terminal à plasma du projet PLATO fait disparaître cette difficulté puisqu'on y a incorporé la possibilité de projection d'images à partir de micro-fiches.

Toujours parmi les terminaux spéciaux, citons aussi l'existence de terminaux servant à des applications particulières: les écrans sensibles, les tables traçantes et les terminaux pour le traitement par lots.

i) Ecrans sensibles.

Plusieurs terminaux offrent à l'utilisateur la possibilité de pointer un champ particulier de l'écran et de voir ensuite ce signal reconnu par l'ordinateur. L'équipe du Conseil national de recherche du Canada, par exemple, a mis au point une tablette sensible à la pression du doigt . Plusieurs écrans cathodiques permettent d'utiliser le photostyle (crayon optique). L'écran plasma du projet PLATO, dont on a parlé précédemment, est lui-même sensible au doigt. Cette caractéristique pourrait s'avérer particulièrement utile au primaire.

ii) Tables traçantes.

Comme leur nom l'indique, ces tables permettent de tracer des courbes ou des graphiques sous le contrôle de l'ordinateur.

iii) Terminaux pour le traitement par lots.

Tous les terminaux précédemment décrits servent

pour les utilisations de l'ordinateur en conversationnel, c'est-à-dire pour les utilisations où il y a une interaction constante et soutenue entre l'étudiant et la machine. Cependant les terminaux classiques, lecteurs de cartes perforées et imprimantes, qui servent pour le traitement par lots ("batch"), sont utilisés pour plusieurs applications pédagogiques de l'ordinateur.

Concernant ce genre de terminaux, signalons le développement des lecteurs optiques qui viennent déclasser, d'une certaine façon, le lecteur de cartes perforées. Ce développement est particulièrement marqué depuis les années 69-70. Le *Computer Yearbook 72* [14] prévoit que, d'ici quelques années, le support optique sera le principal support d'entrée massive de données dans l'ordinateur. Ceci pourra donner lieu à une foule d'applications pédagogiques; les professeurs et les étudiants pouvant, dans la salle de cours même, préparer leur matériel pour l'ordinateur. Les premières applications se feront probablement dans le domaine de l'évaluation, mais là n'est pas la limite.

d) Compatibilité des terminaux.

La variété dans le domaine des terminaux est donc considérable. Cette diversité de possibilités pose des problèmes pour l'échange de programmes entre centres utilisant des terminaux différents. Par exemple, d'une marque d'écran de visualisation à l'autre, le nombre de lignes d'impression, le nombre de colonnes, ainsi que les fonctions locales du terminal peuvent varier. La difficulté s'accentue lorsque l'on désire qu'un pro-

gramme destiné à un terminal visuel soit utilisé sur un terminal-papier. En effet, la vitesse d'impression sur écran de visualisation n'est limitée que par la capacité de transmission du canal et le système auquel il est relié, alors que pour les terminaux mécaniques, cette vitesse est limitée par le procédé d'impression lui-même (10 à 30 caractères par seconde).

Dans les applications en conversationnel, les "software" s'adaptent d'une façon générale à la plus faible vitesse d'impression, limitant ainsi les applications intéressantes de l'écran de visualisation. Cette contrainte limite également toute utilisation où une mise en page de l'information est nécessaire. C'est le cas des utilisations conversationnelles, en mode *simulateur*, *tutoriel*, *exercices répétés*, etc. On tend actuellement à remplacer les terminaux lents par des écrans de visualisation; ceci devrait permettre à ce problème de compatibilité des terminaux de se résorber graduellement.

2.1.3 Télécommunications.

Les premières expériences dans la télétransmission de données informatiques se sont faites vers les années 1957-58 [14]. Les développements de la téléinformatique ont rapidement pris une ampleur comparable au développement du temps partagé ("time-sharing"). Ces deux techniques associées permettent maintenant la distribution des services de l'ordinateur à l'intérieur de vastes réseaux.

Selon le *Computer Yearbook 72*, l'organisation en réseaux, constituera la tendance la plus significative dans les prochaines années. Les chiffres suivants attestent bien cette évolution. Aux Etats-Unis, la principale compagnie de communication, AT&T, tirait de la transmission des données 1.5% de ses revenus en 1958 et 10% en 1968; en 1980, 50% de ses revenus devraient provenir de cette source en supposant que ses concurrents actuels n'augmentent pas leur part du marché [14].

a) Quelques données techniques.

La télé-informatique permet le dialogue entre l'ordinateur d'une part, et un usager situé à une distance plus ou moins grande d'autre part. La communication se fait généralement par le réseau téléphonique des compagnies de téléphone*. Pour assurer le dialogue cependant, il faut rattacher au réseau ordinaire un équipement spécial. En effet, les canaux traditionnels sont des canaux pour la transmission de la voix (transmission analogique) et pour adapter ces réseaux à la transmission de données digitales (binaires), il faut rattacher à chaque extrémité du canal de transmission un appareil spécial. C'est le *modem* (modulateur-démodulateur).

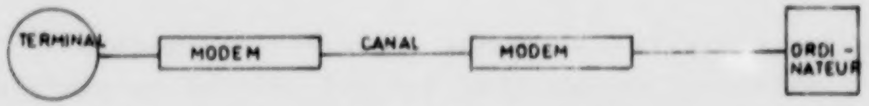


Fig. 5 - *Schéma d'une liaison à distance entre un usager et un ordinateur.*

---

* On fera mention plus loin d'autres canaux de communication.

b) Modem.

Une vingtaine de compagnies fabriquent des modems offrant près de 80 modèles différents [14]. Les caractéristiques varient d'un modèle à l'autre. Par exemple, la vitesse peut atteindre de 100 à 230,000 bauds*. Certains ne peuvent fonctionner que dans un seul sens, transmission ou réception. D'autres peuvent transmettre dans les deux sens, simultanément même pour quelques-uns. Le prix varie selon ces possibilités; ainsi une vitesse de transmission de 2,400 bauds coûtera environ trois fois plus qu'une vitesse de transmission à 100 bauds. Un certain nombre de modèles permettent un couplage acoustique, ce qui permet d'utiliser tout téléphone pour la transmission de données. De plus en plus de compagnies offrent le modem intégré au terminal rendant ainsi l'équipement plus facile à transporter.

La concurrence dans ce domaine aura certainement pour effet de faire baisser les prix. Cette concurrence a débuté en 1968, à la suite d'une loi américaine permettant à un usager d'attacher à sa ligne de communication un appareil qui ne provient pas de la compagnie de communication [14]. Plusieurs constructeurs ont profité de cette loi pour s'introduire sur le marché.

L'étape suivante[14] serait que le terminal, au lieu de générer un patron binaire pour chaque caractère, génère des tonalités audio selon un principe analogue

* 1 baud = 1 bit/seconde. 110 bauds correspondent à environ 10 caractères/seconde.

à celui du téléphone à bouton-poussoir. Ceci ferait disparaître le besoin de modem pour l'usager d'un terminal (un modem serait toujours nécessaire à l'arrivée à l'ordinateur). Notons que la loi américaine ne permet pas encore ce développement.

c) Concentrateurs multiplexeurs.

Afin d'augmenter l'efficacité d'un canal de transmission de données, on a de plus en plus recours à des concentrateurs. Par exemple, la capacité de transmission d'une ligne téléphonique ordinaire est de 2,400 bauds (200-250 caractères/seconde); or, dans bien des applications, la transmission entre l'usager et l'ordinateur se fait à un rythme de 10, 20 ou 30 caractères par seconde. De là, l'utilité des concentrateurs pour réunir les messages sur un même canal de communication. Ainsi, sous le système ITF du Service informatique du ministère de l'éducation, la transmission se fait au rythme de 10 caractères/seconde entre l'usager de l'ordinateur. Dans ce cas précis, si l'on dispose d'un concentrateur à chaque extrémité, une trentaine* d'usagers de Montréal pourraient utiliser la même ligne entre Québec et Montréal. On trouvera en figure 6, le schéma d'une telle installation. Notons que ce sont généralement des mini-ordinateurs qui sont utilisés comme concentrateurs.

---

* L'étude faite par Robert S. Mclean de l'Institut Ontarien de la recherche en éducation et présenté au colloque canadien sur la technologie pédagogique [16, pages 97-105] sous le titre "A Model of a Centralized CAI System" prévoit que l'on pourrait desservir 32 utilisateurs dans un délai maximum de 2 secondes avec une ligne à 1200 bauds, chaque utilisateur ayant un modem à 300 bauds.

2.1.3

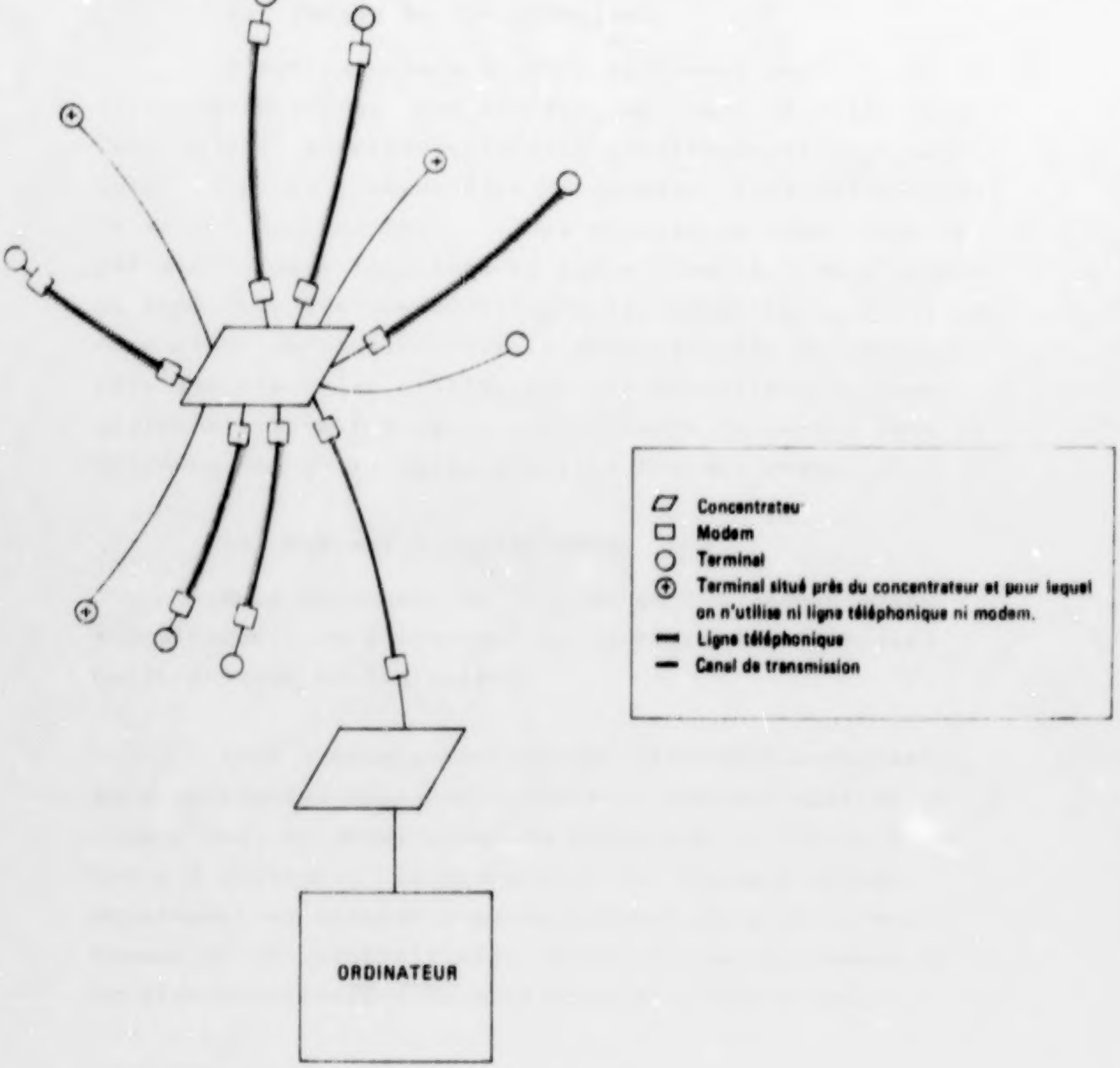


Fig. 6 : Schéma d'une liaison à distance entre plusieurs usagers et un ordinateur avec concentration de lignes.

Rapport LPI, 1973, Tome III.

d) Canaux de transmission.

D'autres canaux peuvent également servir pour la télé-transmission. Par exemple, un canal de télévision "multiplexé" pourrait desservir simultanément 1000 usagers. Pour la transmission de données, PLATO IV utilisera un tel système [6]. Des réseaux de communication par micro-ondes fonctionnent actuellement*. On s'oriente déjà vers les communications par satellite. Ainsi la commission américaine pour la communication par satellite prévoit qu'un système avec 50 satellites de communication pourrait fournir 100 millions de canaux pour la transmission de la voix, avant la fin des années 70.

e) Réseaux d'ordinateurs.

Nous parlerons maintenant de l'interconnexion d'ordinateurs ou d'échanges de services informatiques entre centres de traitement.

Il y a plusieurs types de réseaux informatiques. Dans un premier type, un ordinateur central dessert un nombre plus ou moins grand de terminaux et d'utilisateurs à distance. La plupart de ces réseaux offrent maintenant un système conversationnel en plus du traitement en lot traditionnel. C'est le cas du réseau du Service informatique du ministère de l'éducation.

---

* En 1970, la Commission fédérale américaine sur les communications (FCC) a adopté une politique qui ouvre et favorise la compétition dans le domaine des communications par micro-ondes et autres moyens spécialisés [14]. Ceci ouvre la voie à des développements intéressants.

Cette notion de réseau continue cependant à évoluer et c'est ainsi qu'on a assisté, à partir des années 70, à la naissance de réseaux d'échange de "software" d'application entre des centres informatiques. Ce phénomène est particulièrement marqué dans les milieux universitaires.

Ces réseaux n'impliquent pas nécessairement une communication entre ordinateurs, mais ils sont tout de même une première étape vers cette communication directe. Par exemple, aux Etats-Unis, le groupe EDUCOM auquel participent 100 universités et collèges, a mis sur pied le réseau EIN (Educational Information Network) [3]. Soixante-dix centres informatiques en font partie. En 1970, 1971 et 1972, la revue *Automated Education Letter* rapporte la création d'au moins quinze réseaux de ce genre.

Les participants à ces organismes d'échange se donnent généralement comme objectif, à plus ou moins long terme, la connexion directe entre ordinateurs. La plupart des pays font des recherches sur ces réseaux d'ordinateurs. Il existe déjà des réseaux qui servent à des fins spécialisées: les réseaux de commutation de messages par exemple. Cependant l'accent est mis pour le moment sur les réseaux généraux. Les objectifs de ces réseaux généraux sont l'échange de données, de programmes et de ressources entre les participants.

Au Canada, un réseau se développe au niveau des universités (projet CANUNET)[13]. Il existe déjà un projet d'échange de services entre les ordinateurs des univer-

sités québécoises et l'ordinateur du ministère de l'éducation. Le réseau américain ARPA est bien connu. La France développe le réseau Cyclades [27]; nous avons reproduit en figure 7 un schéma de ce réseau. On remarquera, dans le projet Cyclades, l'interconnexion d'ordinateurs de grande et moyenne taille.

Pour utilisation à des fins pédagogiques, on peut envisager la participation de petits ordinateurs à de tels réseaux. En plus de la fonction échange, normalement assurée par le réseau, les petits ordinateurs pourraient demander au réseau de fournir des services qu'ils ne peuvent offrir eux-mêmes à leur clientèle.

Notons qu'on entrevoit déjà la possibilité de communication entre réseaux d'ordinateurs. Ainsi les réseaux Cyclades et ARPA projettent dans un proche avenir d'échanger des services.

f) Réseau de communication gouvernemental.

A titre de conclusion de cette partie traitant des télécommunications, signalons quelques caractéristiques du réseau de télécommunication gouvernemental.

Le gouvernement du Québec loue des compagnies de téléphone un certain nombre de lignes téléphoniques qui lui permettent d'entrer en communication avec plusieurs villes du Québec à un prix convenable. Ainsi, de Montréal vers la périphérie (Hull - St-Jérôme - Joliette, etc...), 85 lignes étaient disponibles en avril 1972; entre Montréal et Québec, 151 lignes; de Québec

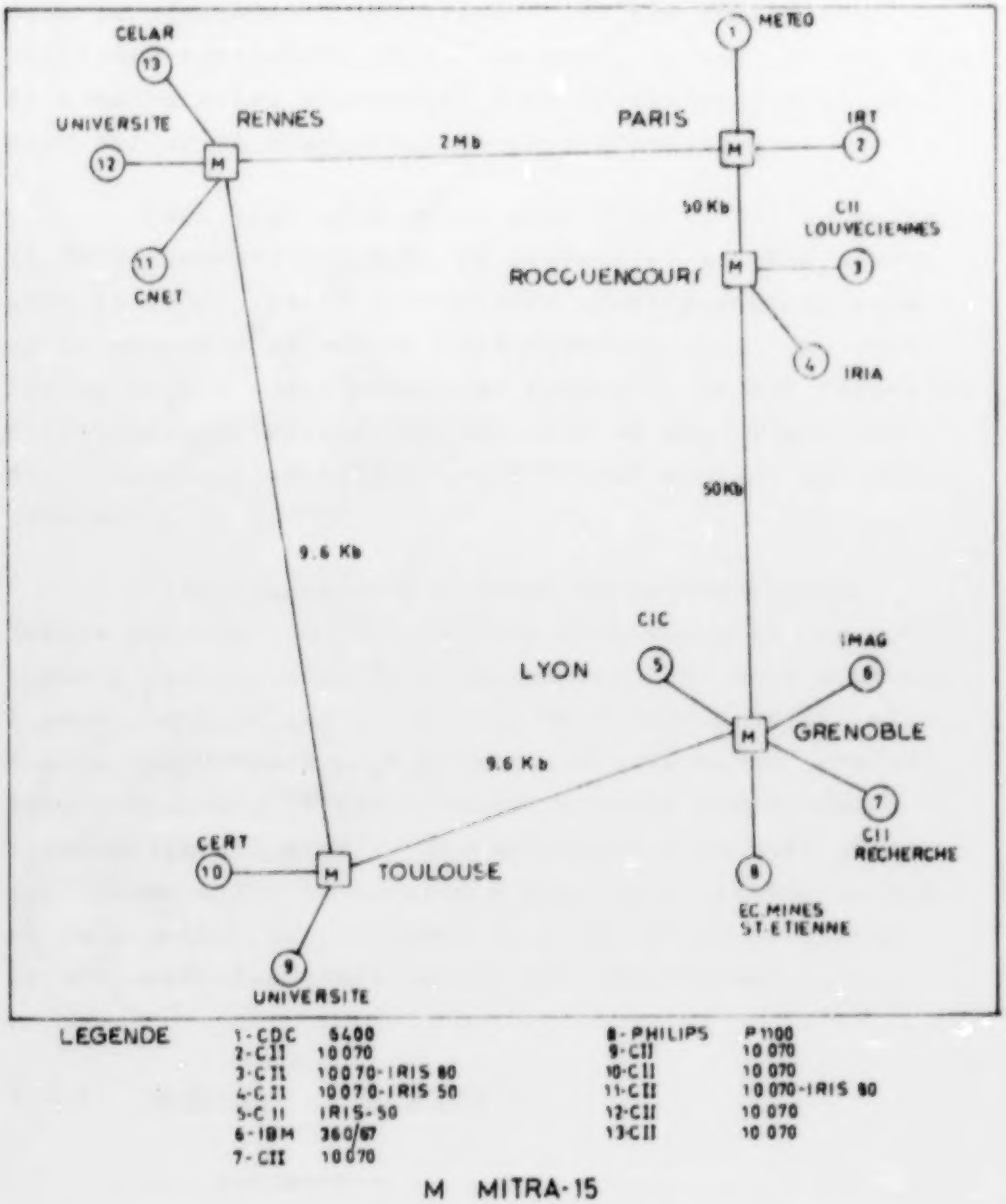


Fig. 7 - *Le réseau Cyclades* [27].

Rapport LPI, 1973, Tome III.

vers la périphérie, 100 lignes. Or ces lignes sont utilisées surtout le jour. Le soir, la nuit et les fins de semaine elles pourraient être utilisées gratuitement pour entrer en communication avec l'ordinateur.

Ceci veut dire qu'au mois d'avril 72, au moins 12,000 étudiants auraient pu travailler au même moment avec un ou plusieurs ordinateurs gouvernementaux sans qu'il en coûte un sou de télécommunications. Le chiffre de 12,000 a été obtenu en supposant qu'une trentaine d'utilisateurs pourraient utiliser la même ligne avec des concentrateurs (20 caractères par seconde par utilisateur).

L'existence de ce réseau de communication jouera sûrement un rôle dans le développement des applications pédagogiques de l'ordinateur. Si nous ajoutons à cela, le fait que le soir ou la fin de semaine, plusieurs ordinateurs gouvernementaux sont moins achalandés; nous avons là des caractéristiques susceptibles d'encourager la mise en disponibilité, à un coût abordable, de produits pédagogiques pour la clientèle scolaire de Québec. La clientèle de l'éducation permanente serait ainsi favorisée par un tel développement.

2.1.4 Langages: "software".

a) Définition.

Le langage informatique est le moyen par lequel s'établit la communication entre l'homme et l'ordinateur.

C'est un ensemble de règles et de conventions qui permettent à l'homme de communiquer ses instructions à la machine et à celle-ci, de répondre à ses demandes.

Le langage fait partie de ce qu'on appelle le "software", mais n'en est point toute l'étendue. Il est fréquent de catégoriser les langages informatiques selon les applications. C'est ainsi que nous retrouverons la catégorie générale suivante: "langages utilisés à des fins pédagogiques". Ce genre de langage a des préoccupations pédagogiques évidentes ou offre des possibilités facilitant l'apprentissage.

b) Classification des langages utilisés à des fins pédagogiques.

Nous connaissons présentement une soixantaine de langages différents utilisés pour l'enseignement*. Plusieurs auteurs se sont attachés à les classifier. Citons la classification de Hickey [23] et celle de Frye & Charles [22], qui reposent sur les caractéristiques informatiques des différents langages.

Parmi toutes ces classifications des langages utilisés à des fins pédagogiques, nous préférons celle de Karl Zinn [43-44-45-46] qui regroupe les langages selon les possibilités pédagogiques qu'ils offrent.

---

* Il fut un moment où il était à la mode d'en créer de nouveaux. Cette profusion des langages a conduit à l'incompatibilité des systèmes. Pour plusieurs centres et chercheurs intéressés à la transférabilité des langages, ceci constitue un problème majeur.

Voici cette classification:

- langages de structure,
- langages qui permettent un dialogue dans un contexte limité,
- description d'une procédure de présentation des connaissances,
- détermination d'un environnement favorable à la programmation et la résolution des problèmes.

Expliquons brièvement chacune des catégories de la classification de Zinn.

1) *Langages de structure.*

Ces langages de programmation favorisent la présentation successive d'items. Ces items peuvent être des éléments d'information, des questions, des commentaires, etc.

En plus de leur caractère conversationnel, on les distingue des autres langages de programmation par leurs facilités:

- de présentation des textes;
- de correction des réponses ouvertes (réponses qui ne sont pas à choisir dans un ensemble donné);
- d'enregistrement automatique tant des réponses des étudiants que de l'état de multiples compteurs et cellules à chacune de ces réponses;
- de branchements implicites, dépendant d'une réponse ou de l'état d'un ensemble de compteurs.

Zinn donne une liste de vingt-quatre langages qui sont de ce type [45]. Deux des principaux langages

de cette catégorie sont actuellement utilisés au Québec. Il s'agit de "Coursewriter" et de "TUTOR".

Ces langages ont subi l'influence de l'enseignement programmé et leur structure relève de ce mode d'enseignement. Ils présentent des désavantages à deux niveaux.

- Notons d'abord la faible capacité de calcul donnée à l'utilisateur (professeur et élève); souvent aussi, ces systèmes laissent peu de place à l'initiative de l'étudiant. C'est surtout par ses réponses aux questions que l'étudiant peut interagir avec la machine.
- La seconde difficulté se situe au niveau de la programmation. Ces langages sont des outils pour aider le professeur à programmer ses cours. Cependant, pour des professeurs qui ne sont pas informaticiens, ils demeurent difficiles à utiliser . Le nombre de systèmes auxiliaires de ces langages conçus pour aider le professeur dans la programmation ou lui éviter de la faire le prouve bien*. Citons à cet effet, les travaux de Robert Brien [7] au Laboratoire de pédagogie informatique.

ii) *Langages qui permettent un dialogue dans un contexte limité.*

Les limitations de la première catégorie de langages au niveau des échanges étudiants-machine ont invité plusieurs auteurs à créer un nouveau langage ou à modifier le leur pour ajouter une plus grande souplesse dans le dialogue ou,dans certains cas, simuler une conversation entre l'étudiant et le programme (ceci, tou-

---

* La compagnie IBM a aussi prévu à l'intérieur d'un de ses langages d'enseignement (il s'agit d'une nouvelle version améliorée de "Coursewriter: ITS [Interactive Training System]), un système qui évite la programmation à celui qui le désire.

jours dans un contexte bien limité). D'une façon générale, ces langages possèdent déjà les caractéristiques des langages de structure.

Zinn énumère sept langages de ce type: FIT, ELIZA, FOIL, MENTOR, MINORCA, GLURP et PLANIT. Les quatre derniers faisaient déjà partie de la catégorie *langages de structure*. Au Laboratoire de pédagogie informatique, une équipe a travaillé à l'amélioration du langage "Coursewriter" en ce sens. Des fonctions d'analyse de phrase permettaient à des étudiants de répondre d'une façon ouverte à des questions et même de poser des questions à l'ordinateur [34-35].

Les recherches à ce niveau sont fort intéressantes et s'attaquent à un problème fondamental, celui de l'interface homme-machine. Deux orientations sont possibles: amener l'homme à utiliser le langage de la machine ou encore amener la machine à utiliser un langage de plus en plus près du langage naturel.

Il faut bien dire que c'est la dernière orientation qui a prévalu jusqu'à maintenant. On découvre, en effet, une évolution constante des langages vers le langage naturel. Des recherches se font même au niveau de la reconnaissance et de la reproduction artificielle de la voix.

Certains des langages énumérés plus haut simulent un dialogue réel entre l'étudiant et l'ordinateur. En effet, ils peuvent manipuler un ensemble de base comprenant des données qui forment un réseau sémantique

complexe de faits et de concepts groupés selon leur sens et leur relation entre eux. Avec des structures de reconnaissance et de construction de phrases, ces langages permettent une conversation avec l'étudiant. Cette conversation se situe, toujours, bien sûr dans le contexte du réseau sémantique accessible à l'ordinateur.

Avant d'aborder la troisième catégorie de langages de la classification de Zinn, signalons certaines caractéristiques communes aux langages des catégories i) et ii).

Ils ont tous été développés spécialement à l'intention des auteurs de cours utilisant l'ordinateur; c'est la raison pour laquelle Frye les regroupe sous la catégorie langages d'auteurs [22]. Par rapport à la classification des utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques présentée dans le tome I du présent rapport, nous pouvons remarquer que tous ces langages servent surtout dans les applications de type *instrument d'enseignement*. Ils servent également dans plusieurs applications conversationnelles utilisant l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique*. Ce sont ces langages qui ont été à l'origine des recherches sur l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques (1960). Leur nombre indique qu'ils ont connu une popularité grandissante. Beaucoup de programmes d'enseignement ont été écrits et chaque auteur a pu se rendre compte du temps considérable qu'il faut mettre pour réaliser du matériel pédagogique valable.

La longueur du temps nécessaire à la réalisation du matériel pédagogique a certainement ralenti le développement de programmes, surtout pour l'enseignement en mode *tutoriel*. Dans le cas des programmes d'*exercices répétés*, où la même procédure peut générer un nombre très grand de problèmes semblables, le temps de préparation est plus court. Signalons que le consensus qui s'établit progressivement concernant l'utilisation des objectifs pédagogiques facilitera l'écriture de programmes pour l'enseignement. L'apparition de la troisième catégorie de langages citée par Karl Zinn est, à notre avis, caractéristique de ce mouvement.

Aux langages cités par Zinn dans cette troisième catégorie, nous ajouterons des procédures de gestion pédagogique qui ne se font pas nécessairement en mode conversationnel.

iii) *Description d'une procédure de présentation des connaissances.*

Plusieurs des langages de cette catégorie sont nés dans le but de diminuer le temps de préparation du matériel pédagogique utilisé sur l'ordinateur. Ainsi, des procédures standardisées servent au professeur, soit pour présenter les connaissances, soit pour proposer des exercices. Dans d'autres cas, une même procédure servira à générer une multitude de problèmes semblables. Ces systèmes sont souvent des extensions de langages courants en informatique. C'est le cas des systèmes CATO (Illinois) et XXX (Université du Minnesota) qui descendent tous deux du langage FORTRAN.

A l'université Laval, on dispose, avec APL, d'un système semblable. Il s'agit de PICO développé à l'Institut de recherche en informatique et automatique (IRIA) en France [7] .

Les fonctions pédagogiques remplies par ces procédures sont établies à l'avance pour l'utilisateur alors que dans le cas d'un langage des catégories i) et ii), l'utilisateur construisait généralement ses propres procédures. C'est pourquoi nous utiliserons ici le mot système, terme générique plus vaste que langage.

Ceci nous permet d'inclure dans cette troisième catégorie les nombreux systèmes de gestion pédagogique apparus après les langages d'auteurs. L'idée sous-jacente à la création de chacun de ces systèmes est l'individualisation de l'enseignement. Ces systèmes ne sont pas nécessairement en mode conversationnel. La plupart même ne présentent aucune interaction en temps réel entre l'étudiant et l'ordinateur. Par rapport à la classification des utilisations pédagogiques de l'ordinateur proposée au premier tome du présent rapport, nous pouvons remarquer que les systèmes de cette troisième catégorie servent surtout aux applications de type *instrument de gestion pédagogique*. Les principales fonctions remplies sont alors: correction de tests, diagnostic des besoins, prescription du cheminement et analyse des résultats.

Le premier de ces systèmes a été développé en 1968 par "Systems Development Corporation" à Los Angeles.

Baker [4], en 1971, analyse six systèmes importants de cette catégorie. En voici quelques-uns:

- IMS (Information and Management Systems) développé par Silberman (1968) au SDC (System Development Corporation).
- IPI/MIS (Individually Prescribed Instruction) développé par Glaser (1968) au Pittsburg Research and Development Center.
- PLAN (Program for Learning in Accordance with Needs) développé par la Westinghouse Learning Corporation.
- TIPS (Teaching Information Processing System) développé par Kelly à l'université du Wisconsin.

iv) *Langage créant un environnement favorable à la programmation et à la résolution de problèmes.*

Les trois premières catégories de langages(i,ii, iii)sont souvent apparentées aux théories psychologiques behavioristes dont Skinner est un des principaux défenseurs. Ces langages servent surtout pour le "teaching". Une autre école de pensée, fort importante actuellement, insiste surtout sur le "learning". Les théoriciens de l'école active du "learning by doing" caractérisent bien ce mouvement. Signalons que les applications pédagogiques que permettent les langages de la quatrième catégorie de la classification de Zinn vont également selon cet esprit.

Certains langages de cette quatrième catégorie n'étaient pas destinés à l'enseignement, mais on les a rapidement utilisés à cette fin dès leur apparition vers 1964-65. Zinn énumère une vingtaine de langages

dans cette catégorie et de ce nombre, une dizaine seulement ont été développés spécialement pour être utilisés à des fins pédagogiques. C'est le cas de BASIC*, LOGO, PIL, LSE**.

Généralement ces langages sont très faciles à utiliser, même par des débutants en informatique. C'est le cas entre autre de BASIC et de LOGO. Le langage LOGO peut d'ailleurs être utilisé par les élèves dès l'élémentaire pour certaines applications.

Chacun de ces langages permet à l'étudiant de programmer l'ordinateur pour résoudre ses problèmes, et ceci en conversationnel. C'est-à-dire que l'étudiant fournit directement ses instructions et ses données à l'ordinateur par une console munie d'une machine à écrire. L'ordinateur lui donne immédiatement réponse. Il s'établit alors une conversation directe et immédiate entre l'utilisateur et le système informatique; de là l'expression de langages conversationnels pour caractériser ces langages.

---

* Le BASIC a été le premier langage interactif destiné à des fins pédagogiques. Il a été mis au point en 1966 au Collège de Dartmouth, aux Etats-Unis.

** Ce langage a été mis au point par une équipe de l'école d'électricité de Paris [26].

Ces langages sont particulièrement avantageux parce qu'ils permettent de fournir une réponse immédiate à l'utilisateur du système. On sait l'importance attachée par les psychologues à la connaissance immédiate des résultats dans l'apprentissage. Ces langages rendent également possibles un grand nombre d'applications où l'interaction entre l'utilisateur et l'ordinateur est absolument nécessaire. C'est le cas de certaines simulations où l'utilisateur doit continuellement fournir des données au programme de simulation à mesure qu'il s'exécute.

c) Popularité des langages.

Nous reproduisons en figure 8 un histogramme concernant l'utilisation relative de chacun des langages. Il a été construit à partir de l'index de l'université du Wisconsin [26]. Quant aux nombres de programmes décrits dans cet index, les langages APL, BASIC et CWII, se retrouvent sur un pied d'égalité.

En ce qui concerne APL, notons que deux éditions successives de l'index montrent une évolution très rapide de la popularité de ce langage: 18 programmes en 1970 et 230 en 1971. APL est un langage de plus en plus utilisé dans les universités. Son caractère logique, mathématique et sa puissance informatique en font un outil précieux pour les travaux avancés.

Le nombre de programmes n'est pas le seul critère dont on dispose pour juger de la popularité des langages. On peut également se servir de la durée des

programmes . L'histogramme de la figure 9 utilise ce deuxième critère. Concernant la durée des programmes, on remarque aussi que c'est le langage "Coursewriter II" d'IBM qui est le plus utilisé; viennent ensuite, dans l'ordre, les langages TUTOR, BASIC et Coursewriter III. La durée moyenne des programmes décrits dans l'index de l'université du Wisconsin est de 11.5 heures pour le langage TUTOR, 5 heures pour Coursewriter II, 2.7 heures pour BASIC et .75 heures pour APL.

2.1.5 Programmes de cours.

Il existe deux sources différentes pour la description de programmes utilisant l'ordinateur à des fins pédagogiques. La première source est le guide ENTELEK. On y décrit environ 500 programmes. La seconde source est plus complète. Il s'agit de l'index de l'université du Wisconsin. Dans l'édition de 1971, on y décrit 1300 programmes. L'édition de 1972 en comptera près de 1800. La plupart de ces programmes sont disponibles auprès des institutions qui les ont faits. Il n'existe pas encore de bibliothèque de programmes, mais on entrevoit que ceux-ci deviendront de plus en plus disponibles grâce aux facilités offertes par les réseaux d'ordinateurs.

Il se forme de plus en plus de groupes d'échanges de programmes. C'est souvent là d'ailleurs, une première étape à l'établissement d'un réseau.

Il existe au moins une compagnie qui se charge

de la mise en marché de programmes d'enseignement à l'aide de l'ordinateur; il s'agit de "Sterling Institute" à Boston*. D'ailleurs, chaque compagnie de temps partagé donne ou vend, avec ses systèmes conversationnels, l'accès à un certain nombre de programmes éducatifs.

Actuellement, les programmes de cours sont presque tous indépendants les uns des autres. En effet, la plupart, n'ont pas été faits à l'intérieur d'un curriculum donné, mais pour atteindre un but bien déterminé: simulation d'un phénomène physique particulier, ou apprentissage des opérations fondamentales, par exemple. D'une façon générale, ils proviennent du travail d'une personne ou d'un petit groupe de personnes. Même s'il y a souvent incompatibilité à cause du matériel informatique différent, des programmes déjà existants demeurent une riche source d'inspiration pour les auteurs de nouveaux programmes. Une banque de programmes agit comme une banque d'idées où on peut puiser aisément.

---

* La compagnie Hewlett-Packard commercialise le programme de mathématiques de Suppes pour l'élémentaire. Le tout est monté sur les petits ordinateurs de la série 2000.

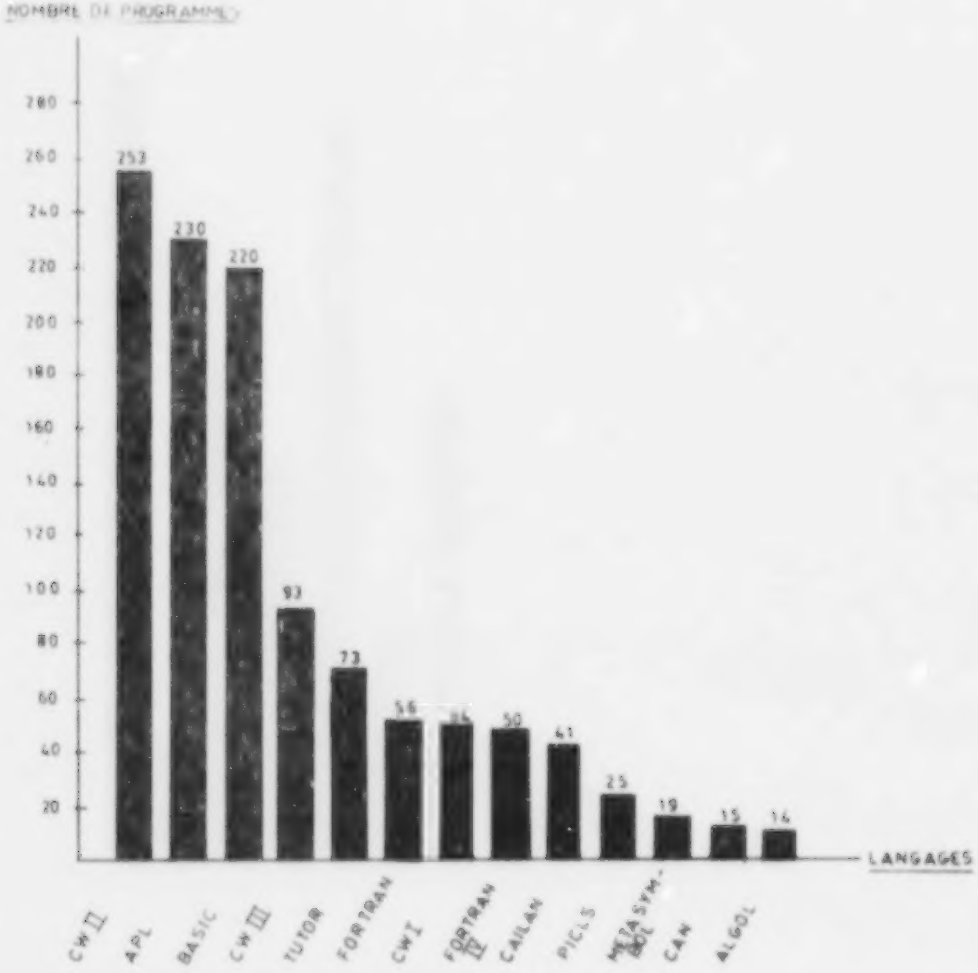


Fig.8 Nombre de programmes écrits dans chacun des langages.

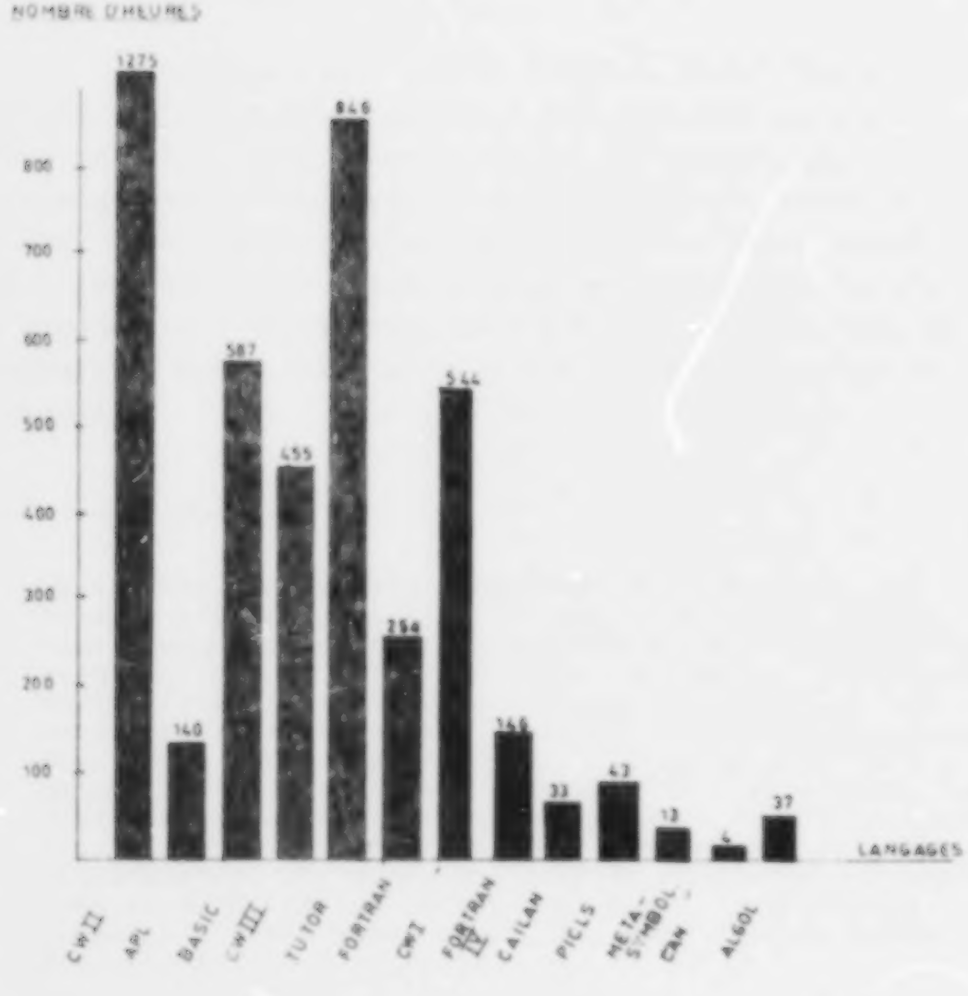


Fig 9 Durée totale des programmes écrits dans chacun des langages.

2.2 L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques.

2.2.1 Introduction.

Nous nous appliquerons ici à montrer l'étendue de l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques. Pour ce faire, nous avons rassemblé un certain nombre de renseignements; ces renseignements sont loin d'être complets, nous tenons à le signaler. Surtout aux Etats-Unis* où le phénomène est beaucoup plus développé qu'ailleurs, l'étendue de l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques mériterait de faire l'objet d'une enquête approfondie.

---

* On trouvera, en annexe A, un tableau présentant différents projets d'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques, tableau préparé à partir de données recueillies dans *Automated Education Letter*, pour les années 1970 et 1971. Nous n'avons pas trouvé de rapport public et récent sur le sujet pour les Etats-Unis. Nous avons toutes raisons de croire qu'il n'en existe point. La décentralisation du système d'éducation, aux Etats-Unis, rendrait difficile la tenue de statistiques précises sur l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques. De plus, une part importante des recherches et applications sont faites par les différents corps de l'armée américaine. Or ceux-ci sont assez discrets sur leurs travaux.

Il nous a tout de même semblé important de déduire, à partir des données disponibles, quelques considérations générales sur le taux actuel d'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques, sur les modes d'utilisation ainsi que sur les matières ou le niveau des applications. Dans certains cas, il nous a fallu faire certaines hypothèses et nous le mentionnons.

Nous présenterons l'étendue de l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques en distinguant chacune des catégories de la classification proposée au premier tome du présent rapport. Concernant chacune de ces trois catégories d'utilisation de l'ordinateur: comme *instrument de laboratoire*, comme *instrument de gestion pédagogique*, comme *instrument d'enseignement*, nous présenterons:

a) leur utilisation au Québec,

b) leur utilisation dans les autres provinces canadiennes,

c) leur utilisation aux Etats-Unis,

d) leur utilisation en Europe (France, surtout).

2.2.2 Utilisation de l'ordinateur comme *instrument de laboratoire*.

Nous retrouvons, groupés dans cette catégorie, les utilisations de l'ordinateur comme: *appareil électronique*, *calculateur*, *automate*, *simulateur*, et *instrument de recherche pédagogique*.

a) Au Québec (*instrument de laboratoire*).

C'est en mode *automate* que l'ordinateur est le plus souvent utilisé au Québec. Chaque université dispose d'un centre de traitement des données et, lorsque les étudiants utilisent l'ordinateur, ils le font surtout en mode *automate*. En effet la plupart des facultés incorporent à leur programme des cours d'informatique où l'on exige de l'étudiant qu'il programme l'ordinateur pour résoudre certains problèmes. Dans plusieurs cas, ces cours sont obligatoires.

De plus, les centres informatiques universitaires mettent généralement à la disposition des professeurs et des étudiants un système conversationnel. Ainsi, l'université Laval offre le système APL depuis 1968. Un grand nombre d'étudiants ont l'occasion d'utiliser ce système à un moment ou l'autre de leur cours, pour apprendre l'informatique, pour résoudre des problèmes ou encore à l'occasion d'activités de recherche. Une soixantaine de personnes peuvent utiliser le système au même moment.

C'est également en mode *automate* que l'ordinateur est le plus souvent utilisé au niveau collégial. Les élèves du secteur professionnel qui choisissent la spécialité informatique utilisent régulièrement l'ordinateur en mode *automate* dans le cadre de leur cours. Tant dans le secteur général qu'au secteur professionnel, de plus en plus de départements rendent optionnels et même obligatoires, un ou deux cours d'informatique. La popularité de ces cours pour non spécialistes s'accroît à mesure que

l'on prend conscience de l'importance de plus en plus grande de l'informatique dans les milieux de travail vers lesquels se dirigent les étudiants.

Tous les collèges possèdent leur propre centre de traitement. A chaque jour le service informatique du ministère de l'Education, pour sa part, passe plusieurs milliers de programmes d'étudiant. De plus, plusieurs collèges utilisent au niveau des départements des calculateurs de tables ou des mini-ordinateurs pour des fins particulières. Ces machines sont souvent mises à la disposition des étudiants à l'intérieur de leur cours.

Depuis juillet 1971, le service informatique du ministère de l'éducation rend disponible un système conversationnel à certains organismes*. Plusieurs collèges expérimentent ce système surtout pour des utilisations de l'ordinateur en mode *automate* et *calculateur*. Au secondaire, huit écoles de la C.E.C.M. utilisent ce système dans le cadre du programme de mathématiques de secondaire III.

Le rapport du colloque de mai 1972 sur l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques décrit plusieurs expériences concernant l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de laboratoire* [30]. La plupart

---

* Il s'agit du système ITF (Interactive Terminal Facility) offrant les langages interactifs BASIC et PL/1. Il peut être utilisé simultanément par un maximum de 31 utilisateurs.

de ces expériences ont été faites au Québec et sont l'initiative de professeurs de certains collèges. On peut espérer que, progressivement, les professeurs de différentes disciplines auront l'occasion de se familiariser avec l'informatique et avec les possibilités d'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques. Actuellement, l'utilisation se situe surtout au niveau de l'enseignement de l'informatique, mais le mouvement devrait s'étendre graduellement aux autres matières. L'ordinateur deviendra ainsi un outil pédagogique courant. La possibilité de travailler en conversationnel favorisera ce mouvement.

De plus en plus, les services informatiques mettent à la disposition des professeurs et des étudiants des programmes d'application. Plusieurs de ces programmes ont un intérêt pédagogique certain. La participation des professeurs au développement de tels programmes, sera susceptible d'accentuer le développement de l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de laboratoire*. Les utilisations en mode *calculateur* et *simulateur* seraient favorisées par ce mouvement. On trouvera en annexe B la liste des programmes contenus dans la librairie commune ITF, programmes qui, en février 1973, étaient disponibles à tous les utilisateurs de ce système conversationnel*.

---

* Le Québec aura intérêt à développer des systèmes qui permettent ainsi des échanges de programmes d'application, rendant alors possible la création d'une banque de programmes pédagogiques rassemblant des programmes capables de rivaliser, en qualité, avec ceux développés dans d'autres pays.

b) Aux Etats-Unis (*instrument de laboratoire*)

Concernant l'utilisation de l'ordinateur en mode *automate* pour l'apprentissage de l'informatique, la situation aux Etats-Unis, aux niveaux universitaire et collégial, est à peu près la même qu'au Québec. La plupart des collèges et universités utilisent l'ordinateur à cette fin. Les applications conversationnelles pour le mode *instrument de laboratoire* ont cependant atteint un stage de développement plus avancé qu'ici dans les collèges et les écoles secondaires*. En effet, ce mode d'utilisation a connu et connaît encore une popularité grandissante (on peut s'en rendre compte en observant le nombre de langages conversationnels disponibles). Cette popularité se comprend facilement compte tenu des avantages du conversationnel pour certaines applications comme l'initiation à l'informatique, l'apprentissage de la démarche logique et algorithmique, la résolution de problèmes.

Il est difficile de mesurer l'ampleur du phénomène. On ne connaît pas le nombre exact d'écoles, ou de collèges qui utilisent des systèmes conversationnels. Le nombre de compagnies qui vendent ou louent de tels systèmes (spécialement le langage BASIC qui est disponible sur presque tous les petits et moyens ordinateurs), indique

---

* Il faut bien dire ici que l'enseignement de l'informatique comme discipline dans des collèges et universités a débuté plus tôt aux Etats-Unis qu'au Québec. Il est donc normal qu'on y trouve un plus grand nombre de professeurs qui déjà initiés à l'ordinateur, l'utilisent comme outil pour leur enseignement.

bien qu'il y a là un marché en pleine expansion. Aux niveaux collégial et universitaire, on peut dire qu'une proportion élevée d'étudiants utilisent le conversationnel à un moment ou l'autre de leur cours dans les disciplines scientifiques.

Un collège aux Etats-Unis s'est fait le promoteur de ces systèmes. Il s'agit du collège de Dartmouth. En 1966, ce fut la première institution à développer un système conversationnel pour l'enseignement. Le réseau d'utilisateurs du système de Dartmouth est actuellement très étendu (cf figure 10).

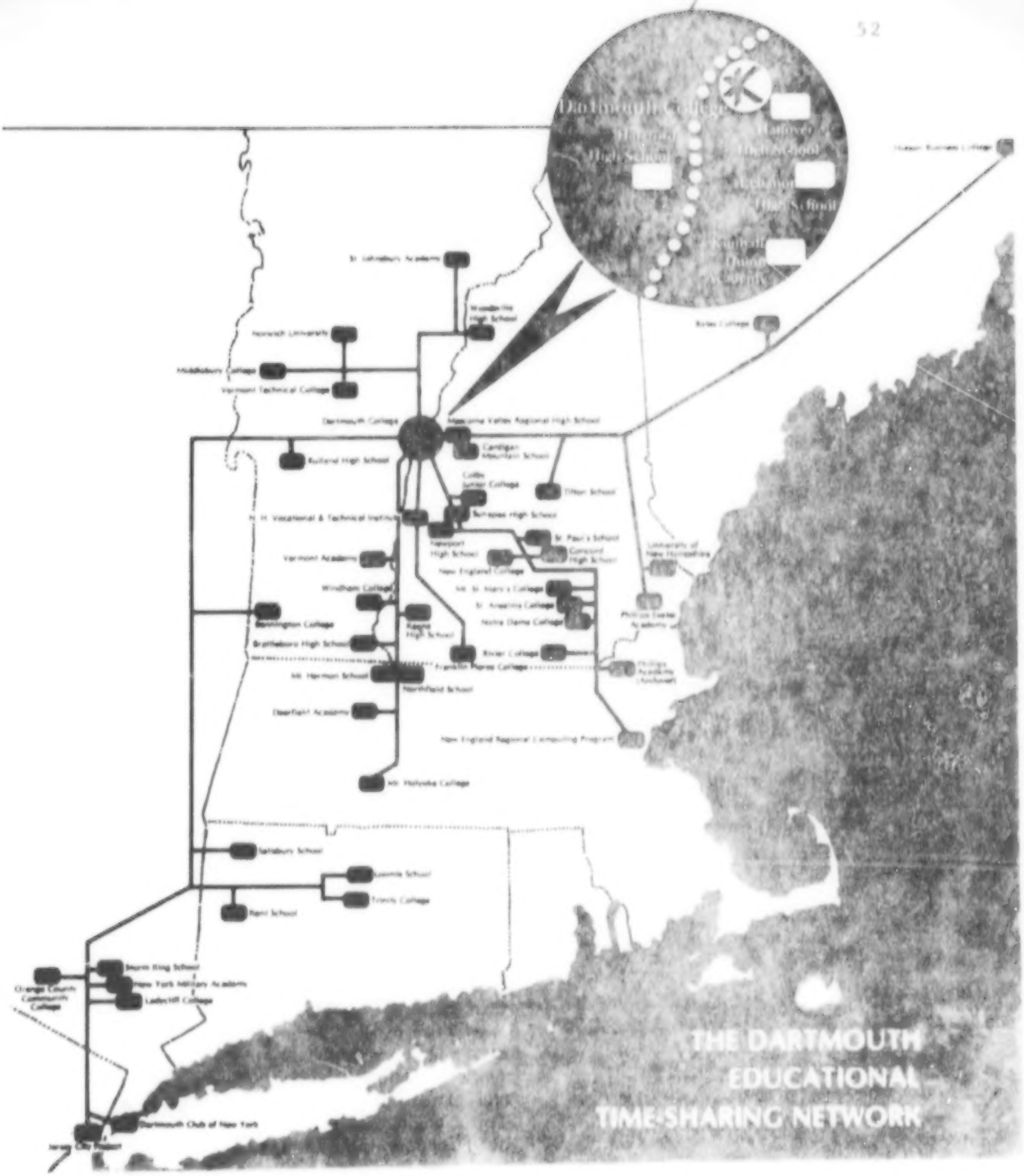


Fig.10 Le réseau de Dartmouth

2.2.2 ...

c) En France (*instrument de laboratoire*)

La politique française dans le développement de l'informatique est déjà établie depuis quelques années [31]. Il s'agit du plan Calcul [18]. Les principaux rôles du délégué à l'informatique chargé du plan Calcul concernent la promotion:

- de l'industrie informatique française,
- de l'utilisation de l'informatique,
- de la formation à l'informatique.

Ce cadre général a permis la définition d'une politique pour le développement de l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques. Dans l'enseignement secondaire, c'est l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de laboratoire* qui est favorisée. D'une façon générale, cette politique ne préconise pas l'enseignement de l'informatique comme discipline distincte au niveau secondaire; elle recommande plutôt d'intégrer l'enseignement de l'informatique à l'intérieur de l'enseignement d'autres disciplines.

La politique française à ce sujet est déjà mise en oeuvre dans un projet de développement. Depuis trois ans, un programme de formation des professeurs est en opération. Un langage interactif d'enseignement, le LSE, a également été développé à l'Ecole supérieure d'électricité de Paris sous contrat de la Délégation à l'informatique.

Le langage LSE est maintenant monté sur les mini-

ordinateurs de la Cie Télémécanique et de CII. Depuis l'automne 72, quatre lycées opèrent un petit système conversationnel, chaque école dispose de huit terminaux. D'ici trois ans, plusieurs lycées français devraient être dotés d'un tel équipement, un nombre considérable de professeurs ayant alors été formés à l'utilisation de cette nouvelle technique. En supposant que les sessions au terminal durent en moyenne trente minutes, 150 étudiants d'un lycée pourraient ainsi utiliser chaque jour le système en mode *calculateur*, *automate* ou *simulateur*.

C'est le professeur qui prend l'initiative d'utiliser l'ordinateur comme il l'entend à l'intérieur de ses cours. On espère, en mettant l'ordinateur à la disposition des étudiants, développer chez eux l'habileté à utiliser la démarche algorithmique pour la résolution de problèmes. Signalons également le travail de l'office français des techniques modernes d'éducation (OFRATEME*), qui s'occupe de préparer des simulations sur ordinateur dans différentes disciplines (physique, mathématiques, etc...). Les simulations seront par la suite rendues disponibles dans les écoles.

Notons en terminant que la politique française concernant l'enseignement de l'informatique au secondaire va dans le même sens que celle développée par le centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement (CERI*) [9].

---

* Le Québec pourrait songer à un projet de collaboration avec OFRATEME, notamment pour l'échange de programmes d'application.

* Le CERI est un groupe de travail de l'O.C.D.E.

d) Dans les autres provinces canadiennes (*instrument de laboratoire*)

L'utilisation de l'ordinateur en mode *automate* pour l'apprentissage de l'informatique se retrouve aussi dans les autres provinces canadiennes. En effet, il est généralement admis que la façon la plus efficace d'apprendre la programmation est de programmer soi-même l'ordinateur. Mentionnons cependant que,dans ce domaine, le Québec jouit d'un net avantage quant à la qualité et la quantité des services informatiques mis à la disposition des étudiants et des professeurs. En effet, par le réseau existant, les étudiants de Gaspé ou de Thedford Mines bénéficient des mêmes services que ceux de Québec ou de Montréal.

C'est surtout dans les centres universitaires que l'on utilise l'ordinateur en mode conversationnel; ainsi, l'université de l'Alberta et l'université Simon Fraser offrent l'APL. A l'université de Calgary, on utilise le BASIC. Les centres canadiens s'intéressent cependant plus à l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument d'enseignement*.

2.2.3 Utilisation de l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique*.

La catégorie *instrument de gestion pédagogique* regroupe les modes suivants: *banque d'information, analyse et traitement de réponses, génération et correction de questionnaires, évaluation individualisée* et *gestion de cheminement*.

a) Au Québec (*instrument de gestion pédagogique*)

L'ordinateur est assez fréquemment utilisé au Québec pour la correction d'examens et l'attribution de notes aux étudiants. Cependant, pour la gestion pédagogique proprement dite, comme aide aux étudiants et aux professeurs, pour la gestion des activités d'apprentissage, l'ordinateur est peu utilisé actuellement. Il se déroule cependant quelques expériences locales dans ce mode d'utilisation. Le rapport du colloque de mai 1972 en mentionne quelques-unes [30]. Sur trente-six exposés présentés lors de ce colloque, six traitaient de l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique*.

A l'école polytechnique de Montréal, un système de génération et correction de questionnaires a été mis au point en 1971. En janvier 1972, ce système était opérationnel et expérimenté avec un groupe de trois cents étudiants dans un cours de mécanique. L'étudiant pouvait choisir le moment de chacune de ses évaluations sur les différentes parties du cours. Ainsi, au cours du semestre un total de 8000 questionnaires différents ont été composés et corrigés par l'ordinateur à partir d'une banque de 1000 questions [29].

Certains professeurs du collégial se servent à l'heure actuelle du système ITF de SIMEQ. Ainsi, le collège de Bois-de-Boulogne poursuit présentement une expérience au département de physique. Cette expérience, subventionnée cette année par la direction générale de l'en-

seignement collégial, fait suite à un travail déjà entrepris depuis deux ans dans ce collège, sur la génération et correction de questionnaires. Cette année, on voudrait mesurer l'apport de l'aspect conversationnel. A l'aide du système ITF, on met à la disposition de l'étudiant des séries de questionnaires qui lui permettent d'accroître son habileté en physique et de vérifier l'état de son apprentissage. A mesure qu'il résoud ses problèmes, l'étudiant fournit ses réponses à l'ordinateur. Celui-ci lui donne immédiatement un commentaire approprié, de l'aide ou encore la solution du problème, selon ce qui est requis. L'expérience se fait avec deux classes pour deux cours différents de physique. Monsieur Leduc, responsable du projet, a accepté de rendre son système (banques de questions et programmes de support) disponible à d'autres collèges par la librairie commune d'ITF. En effet, d'autres utilisateurs d'ITF s'intéressent à ce type d'utilisation de l'ordinateur. C'est le cas notamment, des CEGEP de Trois-Rivières et de Shawinigan.

Signalons au passage que la librairie commune d'ITF est elle-même une banque de programmes pédagogiques. Entre autres, elle contient un cours présenté en mode *gestion de cheminement*, c'est le cours ITF-PL/1 développé au Laboratoire de pédagogie informatique.

Il faut dire que l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique* demande un travail considérable au point de vue pédagogique avant que l'application puisse débuter. Seuls les professeurs qui ont élaboré leurs programmes en termes d'objectifs, sont vraiment prêts à utiliser l'ordinateur pour ce type d'application.

b) Aux Etats-Unis *(instrument de gestion pédagogique)*

C'est là le domaine d'application où il se fait le plus de développement aux Etats-Unis. Ceci est dû à l'utilisation de plus en plus grande de l'approche systémique.

Rappelons ici la procédure, en trois étapes distinctes [39], caractéristique de cette approche:

- détermination des objectifs à atteindre,
- recherche du chemin le plus efficace pour atteindre ces objectifs,
- évaluation de la qualite ou performance.

On peut croire que la généralisation de cette procédure amènera des transformations très profondes dans l'éducation. Plusieurs systèmes de gestion pour l'enseignement sont nés à partir de cette nouvelle orientation. A l'intérieur de ces systèmes, l'ordinateur joue un rôle de premier plan, soit pour la définition, la mise au point, le contrôle du fonctionnement, ou l'exécution du système lui-même.

Citons quelques exemples. *The automated education letter* rapporte, en 1971-72, plusieurs nouvelles utilisations de *banques d'information* pour l'orientation (counseling), la gestion de bibliothèques, de banques de références (documentation automatique), pour les professeurs et les étudiants. Il existe de nombreux systèmes pour gé-

rer des banques de questions pour l'évaluation*.

Il faut mentionner également l'existence de plusieurs systèmes pour la *gestion de cheminement*. Ainsi le système PLAN de la Westinghouse Learning Corporation touchait l'an dernier quelques 30,000 élèves dans 79 écoles différentes (le système est plus populaire au primaire). Voici la liste des principaux centres de recherches s'intéressant au mode *gestion de cheminement*.

CENTRE	ENDROIT	DIRECTEUR
Southwest Regional Educational Laboratory	Los Angeles	Henry Silberman
Université de Pittsburg	Oakleaf School in Pennsylvania	Robert Glaser
Sterling Research Corporation	Boston	Donald Torr
Institute of Technology & U.S. Naval Academy	New York	Alexander Shure
Westinghouse Learning Corporation		Don Tosti

* Au laboratoire de pédagogie informatique, on dispose d'un de ces systèmes, CTSS.

c) En Europe *(instrument de gestion pédagogique)*

Très peu de centres de recherches français s'intéressent à ce type d'utilisation de l'ordinateur. Au cours d'une visite de plusieurs centres français en novembre dernier, nous n'en avons rencontré qu'un seul s'intéressant à ce genre d'applications, il s'agit du centre du professeur Le Corre à Paris [11]. Les expériences portent sur l'évaluation individualisée.

Une équipe à l'université de Louvain en Belgique poursuit également des recherches concernant l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de gestion pédagogique* au niveau universitaire [12].

Chacun de ces centres participe au groupe du CERI* (centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement), chargé de la définition d'une politique d'utilisation de l'ordinateur aux niveaux supérieurs d'enseignement.

2.2.4 Utilisation de l'ordinateur comme *instrument d'enseignement*.

a) Au Québec *(instrument d'enseignement)*.

Les expériences où l'ordinateur joue le rôle d'*instrument d'enseignement* sont assez limitées au Québec. Quelques chercheurs plus ou moins isolés l'expérimentent au niveau universitaire surtout.

---

* Le CERI est un groupe de l'OCDE.

L'université McGill a construit le langage d'auteur MULE (McGill University Language for Education) [40]. L'université du Québec offre le langage TUTOR à ses professeurs et l'université Laval vient de monter le système Coursewriter III sur un de ses ordinateurs. A l'université Sir Georges Williams, on utilise le langage CIT/CAN (version du langage CAN de l'institut ontarien de la recherche pédagogique).

Le laboratoire de pédagogie informatique utilisait l'ordinateur comme *instrument d'enseignement*, c'est le mode *tutoriel* qui a été le plus développé. Plusieurs cours y ont été développés selon cette technique en mathématiques, électronique, informatique, français, géographie, etc...

Il faut mentionner cependant que le premier cours en mode *tutoriel* développé au Québec est encore opérationnel. Il s'agit d'un cours en APL qui apprend aux utilisateurs comment se servir de l'APL. Ce cours a été énormément utilisé. A l'université Laval, certaines facultés proposent même à leurs étudiants de le suivre à l'intérieur d'un cours régulier. Une des explications de ce fort taux d'utilisation est certainement la grande disponibilité du cours. En effet, tout utilisateur du système peut à toute heure du jour, et même la nuit, s'installer au terminal, et demander le cours. L'auteur du cours* voit dans cette disponibilité une des grandes qualités des futurs produits pédagogiques à l'aide de l'ordinateur.

---

* Directeur du laboratoire de pédagogie informatique, William Lee.

b) En France *(instrument d'enseignement).*

La politique française concernant ce mode d'utilisation de l'ordinateur est beaucoup moins définie que celle concernant le mode *instrument de laboratoire.* On ne semble pas prêt à favoriser le développement de telles applications. On semble particulièrement sensible à la difficulté que rencontrent les projets dans ce domaine lorsqu'il faut passer de la phase de recherche à la phase opérationnelle. Un langage d'auteurs, le MAGISTER, a cependant été mis au point à l'université de Grenoble.

c) Aux Etats-Unis (*instrument d'enseignement*)

Comparativement aux autres pays, c'est aux Etats-Unis que ce mode d'utilisation de l'ordinateur se trouve le plus développé. Les projets de plusieurs centres de recherche ont déjà atteint un niveau opérationnel. Les figures 11, 12 et 13, construites à partir de données tirées de l'index de l'université du Wisconsin*, présentent diverses tendances dans ce domaine aux Etats-Unis.

i) Taux d'utilisation

Nous ne connaissons pas exactement le nombre de centres américains où l'on utilise l'ordinateur comme *ins-*

---

* Cet index fait la description des programmes de cours écrits en conversationnel. Notons que la classification qui est utilisée diffère de la classification des utilisations pédagogiques de l'ordinateur présentée au tome I du présent rapport.

trument d'enseignement. L'index de l'université du Wisconsin rapporte l'existence de 150 centres où l'on développe des programmes. En faisant certaines hypothèses concernant le nombre de centres existants, le nombre de terminaux disponibles dans chaque centre et le nombre d'heures d'utilisation (250 centres, 30 terminaux par centre, 8 heures par jour), on peut en arriver à dire qu'environ 150,000 étudiants pourraient être en contact journalier, d'une demi-heure avec l'ordinateur. Quoique ce nombre puisse paraître très considérable (la réalité est probablement au-delà de ce nombre), il faut bien dire qu'il ne représente qu'une faible proportion de la clientèle scolaire américaine (52,000,000).

L'utilisation de l'ordinateur comme *instrument d'enseignement* est donc loin d'être généralisée aux Etats-Unis. Plusieurs auteurs font remarquer que les prédictions du développement à la suite des premières expériences, n'ont pas été réalisées. En fait, le mouvement s'est plutôt orienté vers les modes *gestion de cheminement* et *instrument de laboratoire*.

ii) Comparaison entre les modes d'utilisation de l'ordinateur, les matières et les niveaux concernés, quant au nombre de programmes écrits.

La figure 11 nous montre la popularité relative des différents types d'utilisation de l'ordinateur. C'est en mode *tutoriel* que la proportion de programmes écrits se trouve la plus élevée (42%). Vient loin derrière, le type *exercices répétés* avec 17.8% des applications.

Rapport LPI, 1973, Tome III.

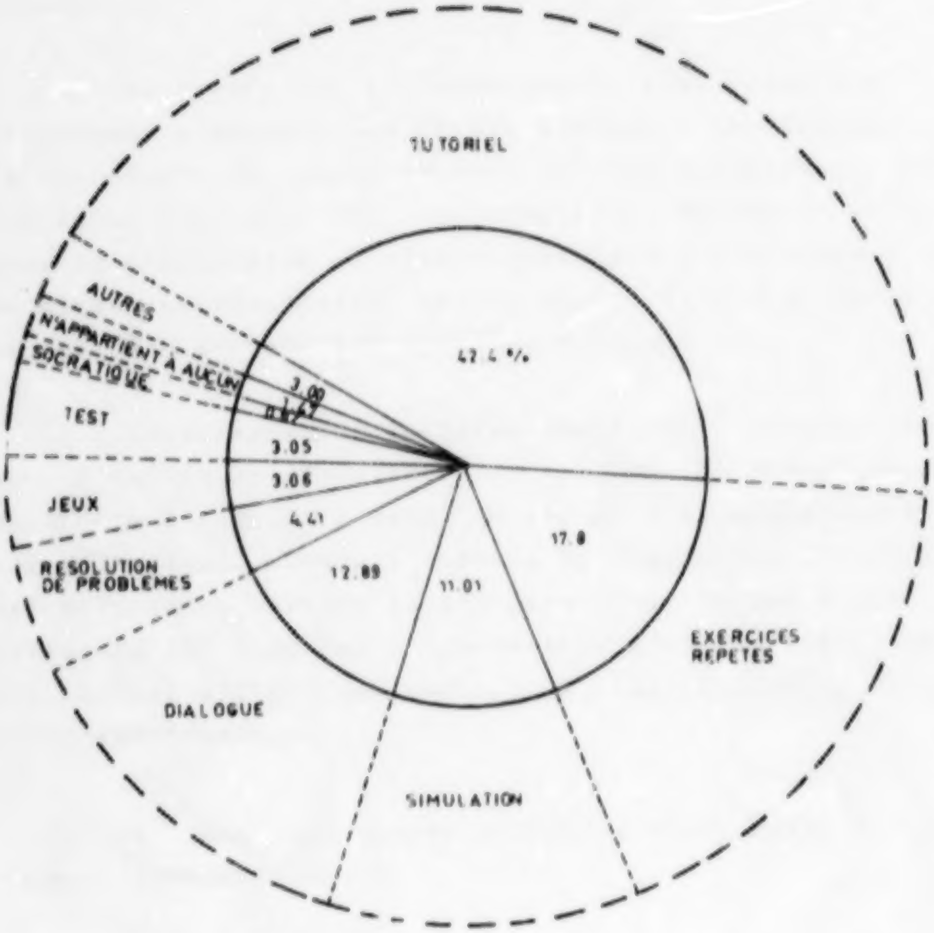


Fig. 11 Proportion des programmes décrits par l'index de l'université du Wisconsin (1971) selon la logique du programme.

Retenons qu'il ne s'agit ici que de programmes conversationnels.

La figure 12, illustre quelle proportion des programmes s'adresse aux divers niveaux d'enseignement. Le secondaire est favorisé avec 34% des programmes. Le collégial suit avec 25%. La proportion élevée de programmes disponibles au niveau secondaire, par rapport au niveau universitaire, est un indice de l'état opérationnel des projets CAI dans les écoles.

Concernant les matières enseignées, on peut dire que, d'une façon générale, c'est le domaine des sciences exactes qui semble le mieux se prêter à l'enseignement par ordinateur. Comme l'indique la figure 13, le tiers des programmes servent pour l'apprentissage des mathématiques; 20% pour les sciences physiques (physique, chimie, biologie); 10% seulement pour l'apprentissage de l'informatique.

d) Dans les autres provinces canadiennes *(instrument d'enseignement)*.

Les centres universitaires canadiens s'intéressent beaucoup à l'utilisation de l'ordinateur, surtout comme *instrument d'enseignement*. Plusieurs universités ont un centre de recherche en ce domaine, dans certains cas, comme à l'université Simon Fraser, les travaux ont atteint un niveau opérationnel.

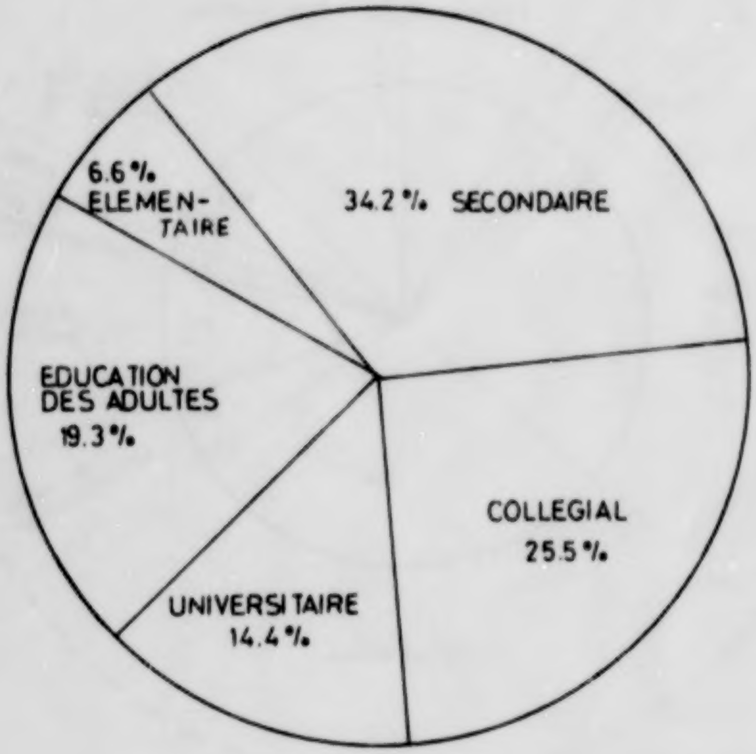


Fig. 12 Proportion des programmes décrits par l'index de l'université du Wisconsin (1971) selon les niveaux d'enseignement

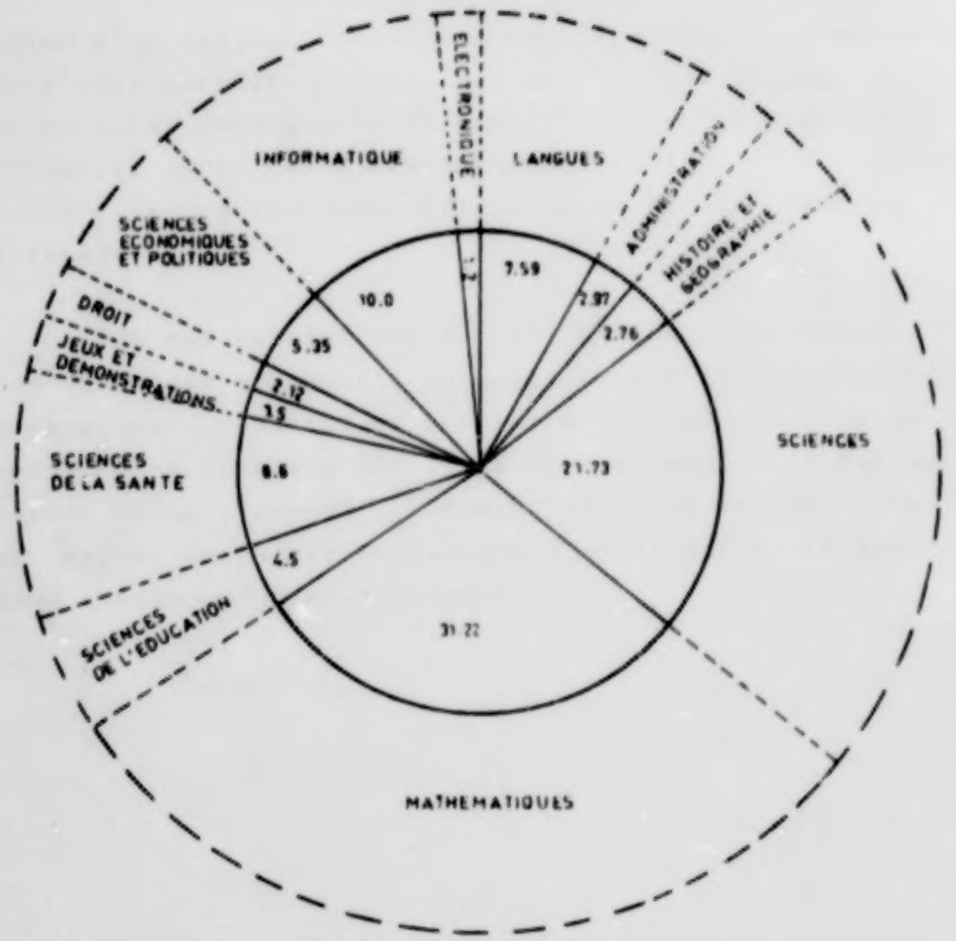


Fig. 13 Proportion des programmes décrits par l'index de l'université du Wisconsin(1971) selon les matières.

Le comité associé sur la technologie dans l'enseignement* (ACIT) a formé un sous-comité pour la définition d'un langage canadien pour l'écriture de programmes d'enseignement. L'utilisation d'un tel langage facilitera les échanges de "software" d'enseignement par ordinateur entre les différents centres [15]. Le sous-comité regroupe des spécialistes de toutes les régions du Canada**.

En mai dernier, le Conseil national de recherches du Canada organisait un colloque sur la technologie pédagogique. A partir de données extraites des comptes rendus de ce colloque [16], on peut présenter le tableau suivant où se trouvent brièvement décrites les activités des centres de recherche canadiens utilisant l'ordinateur comme *instrument d'enseignement*.

---

* Ce comité a été formé par le Conseil national de recherches.

** Le Service informatique du ministère de l'Education du Québec est représenté par un membre du Laboratoire de pédagogie informatique, François Labrousse.

CENTRE	LANGAGE	ORDINATEUR	POPULATION	MATIERE	UTILISATION
UNIVERSITE D'ALBERTA	COURSEWRITER II	IBM 1500	UNIVERSITAIRE	MEDECINE	MODE TUTORIEL
UNIVERSITE SIMON FRASER	COURSEWRITER III	IBM 360	UNIVERSITAIRE	CHIMIE	MODE TUTORIEL
UNIVERSITE DE CALGARY	FOCAL BASIC	PDP-8	PRIMAIRE SECONDAIRE UNIVERSITAIRE	ANGLAIS MATHEMATIQUES ORIENTATION PHYSIQUE	EXERCICES REPETES MODE TUTORIEL SIMULATEUR
UNIVERSITE DE TORONTO	APL	IBM. 360			MODE TUTORIEL
UNIVERSITE DE WESTERN ONTARIO	ETL BASIC CAN	PDP-10	ELEMENTAIRE SECONDAIRE	MATHEMATIQUES INFORMATIQUE LANGUES	MODE TUTORIEL MODE NON-DIRECTIF SIMULATEUR
INSTITUT ONTARIEN DE RECHERCHE EN EDUCATION (OISE)	CAN	PDP-9 PDP-10	7ECOLES ÉLEMENTAIRES ET SECONDAIRES	MATHEMATIQUES	
CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA	DEVELOPPEMENT DE "HARDWARE ET SOFTWARE" OBJECTIF DE COOPERATION				

Rapport LPI, 1973, Tome III.

CHAPITRE 3

ORGANISMES DE COOPERATION ET D'ECHANGES

Un grand nombre d'organismes regroupent les centres qui utilisent l'ordinateur à des fins pédagogiques. L'objectif premier de ces organismes est généralement, la coopération entre les membres, l'échange de renseignements, l'échange de travaux.

3.1 Associations d'utilisateurs.

Les associations regroupent les utilisateurs d'un même système ou des systèmes d'une même compagnie. Dans le domaine des applications pédagogiques, signalons l'existence des associations suivantes: Hewlett Packard, Educational Users Groups, ADIS.* A chaque mois, chacune de ces associations publie pour ses membres un journal ou un feuillet d'information.

3.2 Associations professionnelles.

Certaines associations professionnelles ont formé des sous-groupes rassemblant ceux de leurs membres qui s'intéressent à l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques.

L'une des principales associations de ce type est l'ACM (Association for Computing Machinery). Fondée en 1947, elle regroupe quelques 200 institutions parmi les-

* ADIS (Association for Development of Instructional Systems) regroupe surtout les utilisateurs des produits de la compagnie IBM.

quelles on retrouve au moins 150 universités de par le monde. L'ACM s'est donnée comme buts: l'avancement de la science du traitement de l'information et la promotion d'échanges gratuits d'information entre les membres sur cette discipline [36]. D'autres associations professionnelles ont, comme l'ACM, un caractère international. C'est le cas de l'IFIP* (International Federation of Information Processing).

A l'intérieur de l'ACM, on retrouve les sous-groupes SIGCSE (Computer Science Education), SIGCUE (Computer Uses in Education). Chacun de ces sous-groupes publie quatre fois l'an, un bulletin de nouvelles et organise régulièrement des séminaires ou des conférences.

D'autres groupes, indépendants ceux-là, s'intéressent à l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement. Nommons entre autres, AEDS (Association for Educational Data Systems), AECT (Association for Educational Communication and Technology), ainsi que NSPI (National Society for Programmed Instruction). En collaboration avec S.A.L.T. (Society for Applied Learning Technology), ces trois groupes ont organisé en février 1973, un symposium intitulé: *The Cost Effective Learning Trough The Application of Computer Technology.*

Des groupes existent également au niveau des

---

* On pourra consulter *Educational Yearbook*, 1972-73 de la British Computer Society, pour une description des activités de cette association dans le domaine de l'éducation [8].

disciplines. Ainsi le groupe GPE (Geography Program Exchange) poursuit un objectif d'échanges de programmes CAI en géographie. Le groupe CACHE (Computer Aids for Chemical Enginiering Education) poursuit un objectif similaire.

3.3 <u>Organismes d'information</u>.

Il s'agit ici d'organismes comme ERIC et ENTELEK, dont le rôle premier est le classement et la distribution d'informations.

a) ERIC (Educational Resources Information Center).

ERIC est un journal mensuel publiant le résumé des rapports de recherches récentes dans le domaine de l'éducation. Ce journal est publié par le US Department of Health, Education and Welfare du National Institute of Education. ERIC fait mention de la disponibilité des documents décrits; plusieurs de ces documents peuvent être obtenus sous forme de micro-fiches. Concernant l'utilisation de l'ordinateur, pour des fins pédagogiques, ERIC est une riche source d'information.

b) ENTELEK

Depuis 1965, la compagnie ENTELEK, sous contrat avec l'Office de Recherches Navales des Etats-Unis, a mis sur pied un système d'échange d'information sur l'enseignement assisté par ordinateur [21]. Les objec-

tifs du groupe sont:

- la préparation et la distribution de résumés de recherches, descriptions de programmes disponibles et descriptions d'activités des centres de recherche.

- l'organisation de conférences, symposiums ou séminaires sur l'enseignement assisté par ordinateur.

L'utilisateur du système ENTELEK reçoit régulièrement des fiches décrivant les recherches, les programmes ou les activités d'autres centres *.

3.4 Organisations nationales.

On trouve, dans plusieurs pays des organisations nationales qui jouent un rôle actif concernant les applications pédagogiques de l'ordinateur. En France, au sein de l'IRIA (Institut de recherche en informatique et automatique) [28], un groupe de chercheurs s'intéresse à la définition de systèmes d'enseignement. Toujours en France, à l'OFRATEME (Office français des techniques modernes d'éducation**) on travaille au développement de programmes de simulation pour ordinateurs. Au Canada, au

---

* ENTELEK offre un stage de formation sur le CAI; ce stage itinérant se donne quatre ou cinq fois l'an dans des villes différentes.

** OFRATEME publie la revue éducationnelle *Media*.

Conseil national de recherches, un groupe poursuit en collaboration avec plusieurs universitaires, des recherches sur les terminaux et les langages utilisés pour l'enseignement.

A cause de leur caractère national, ces organismes sont appelés à jouer un rôle concernant l'information et la coopération dans le domaine. Ainsi un système d'information sur l'utilisation pédagogique de l'ordinateur a été mis en place à l'IRIA; le Conseil national de recherches du Canada a formé un groupe de spécialistes pour la définition d'un langage canadien pour l'enseignement.

3.5 Réseaux d'ordinateurs.

Dans certains cas, les réseaux d'ordinateurs (dont nous avons déjà parlé en 2.1.3) forment des organisations d'échanges à l'échelle nationale. Mentionnons ici quelques-uns de ces réseaux. Au Québec, il y a le réseau du service de l'informatique du ministère de l'éducation (30 collèges et 30 commissions scolaires). L'université du Québec développe également un tel réseau pour ses constituantes.

Les universités ontariennes établissent actuellement un réseau, reliant leurs centres de traitement [17]. A l'échelle canadienne, le réseau CANUNET regroupera une quinzaine d'institutions participantes. Des réseaux d'ordinateurs à des fins éducationnelles existent également aux Etats-Unis. En voici quelques-uns:

3.5 ...

MERIT (Michigan Educational Research Information Triad) regroupe trois universités.

CCN (UCLA Campus Computing Network) regroupe dix-neuf collèges d'état et une université.

EIN (Educational Information Network) regroupe soixante-dix universités.

TIES (Total Information for Educational Systems) regroupe vingt-neuf districts scolaires.

3.6 Organisations internationales.

Plusieurs organisations internationales (l'ACM et l'IFIP ont un caractère international) s'intéressent à l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques. C'est le cas de l'Unesco et de l'O.C.D.E. (Organisation de coopération et de développement économiques). L'OCDE, dont le Canada fait partie, a mis sur pied en 1968 un centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement (CERI). L'un des objectifs du CERI porte sur le développement de programmes et la technologie de l'enseignement. En 1971, deux projets concernaient l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement. Le premier pour l'enseignement de l'informatique à l'école secondaire [9] et le second pour l'utilisation des ordinateurs dans l'enseignement supérieur [10].

3.7 Conclusion.

Nous avons tenu à mentionner quelques organisations ou associations qui s'intéressent à l'utilisation pédagogique de l'ordinateur. Cette énumération ne se voulait pas exhaustive. Notre intention était surtout de montrer que dans ce domaine de recherche et d'application, un vaste mouvement de coopération et d'échange s'est amorcé. Il semble que les développements qualitatifs, dans le domaine, soient liés à cette coopération. Les problèmes soulevés par l'incompatibilité des systèmes, ne sont pas étrangers à l'avènement de ce nouvel esprit.

ANNEXE A

Ce tableau préparé à partir de données recueillies dans *Automated Education Letter*, 1970-71, présente différents projets d'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques, aux Etats-Unis.

PROJET	NIVEAU	POPULATION	MATIERE	STRATEGIES	ECOLES	TERMINAUX	ETAT
INDICOM DETROIT MARS 70.	SECONDAIRE		LANGUES MATHEMATIQUES	OUTIL D'ENSEIGNEMENT		32	OPERATIONNEL
IMPACT (HUMBRO) ALEXANDRIA AVRIL 70.							RECHERCHE
THE MUSCATINE SCOTT SCHOOL SYSTEM DETTENDORF AVRIL 70.	SECONDAIRE			OUTIL DE LABORATOIRE	10	24	OPERATIONNEL
OAKLAND MAI 70.	ELEMENTAIRE	DESAVANTAGES	MATHEMATIQUES	GENERATION DE TEST	42	42	OPERATIONNEL
BOWDOIN COLLEGE BRUNSWICK MAI 70.	COLLEGE HIGH-SCHOOL					5	
AKRON OHIO MAI 70	SECONDAIRE					24	OPERATIONNEL
STANDFORD UNIVERSITY PALO ALTO MAI 70	PRIMAIRE	5000/JOUR	MATHEMATIQUES	EXERCICES REPETES	60	200	
COLORADO JUIN 70	SECONDAIRE ELEMENTAIRE					48	OPERATIONNEL
GAVILAN COLLEGE GILROY CALIFORNIE	COLLEGE HIGH SCHOOL	150/JOUR	SCIENCES	OUTIL D'ENSEIGNEMENT			OPERATIONNEL
UNIVERSITE ALABAMA ALABAMA DEC. 70	UNIVERSITE			OUTIL DE LABORATOIRE		2[illegible]	OPERATIONNEL
DARTMOUTH TIME-SHARING-SYSTEM DARTMOUTH DEC. 70	TOUS	15000/AN		OUTIL DE LABORATOIRE	57	150	OPERATIONNEL

PROJET	NIVEAU	POPULATION	MATIERE	STRATÉGIES	ECOLES	TERMINAUX	ETAT
DTSS HATFIELT ANGLETERRE DEC. 70	SECONDAIRE COLLEGIAL			OUTIL DE LABORATOIRE	17	50	OPERATIONNEL
TIES (COMPUTER COOP) JANV. 71	1-12					70	OPERATIONNEL
UNIVERSITE DE PENNSYLVANIA FEV. 71	ADULTE	PROFESSEURS 1000/AN	PSYCHOLOGIE	OUTIL D'ENSEIGNEMENT		15	OPERATIONNEL
REGION IV EDUCATION SERVICE CENTER HOUSTON FEV. 71		200,000/AN		OUTIL D'ENSEIGNEMENT	225	225	OPERATIONNEL
OHIO STATE UNIVERSITY FEV. 71		4000/JOUR		OUTIL DE LABORATOIRE		400	OPERATIONNEL
U.S. NAVAL ACADEMY ANNAPOLIS MAI 71.		MILITAIRE				125	OPERATIONNEL
DARTMOUTH COLLEGE MAI 71	COLLEGIAL				60	192	OPERATIONNEL
EASTERN KENTUCKY EDUCATIONAL DEVELOPMENT CORPORATION JUILLET 71	PRIMAIRE	2000/AN	MATHEMATIQUES	EXERCICES REPETES	26	34	OPERATIONNEL
ILLINOIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY CHICAGO SEPT. 71	SECONDAIRE COLLEGIAL UNIVERSITAIRE			OUTIL DE LABORATOIRE	50	50	OPERATIONNEL

PROJET	NIVEAU	POPULATION	MATIERE	STRATEGIES	ECOLES	TERMINAUX	ETAT
WILLIS BOOTH COMPUTING CENTER PASADENA CALIFORNIE SEPT. 71	COLLEGIAL UNIVERSITAIRE			OUTIL D'ENSEIGNEMENT ET DE LABORATOIRE	10 COLLEGES	64	OPERATIONNEL
HUNTINGTON COMPUTER PROJECT. NOV. 71	COLLEGIAL		BIOLOGIE PHYSIQUE SCIENCES SOCIALES	OUTIL DE LABORATOIRE SIMULATION	45		OPERATIONNEL

Rapport LPI, 1973, tome III.

ANNEXE B

DESCRIPTION DE LA LIBRAIRIE COMMUNE

ITF EN JANVIER 1973

100 - Généralités

INF	PL/1	Programme d'information générale.
LST	PL/1	Description des programmes de la librairie commune.

100 - Biologie

PGF	PL/1	Description et fonctionnement du coeur.
V06	PL/1	Test du cours sur le coeur, suite de PGF.
PN#	BASIC	Expérience de photosynthèse.

120 - Chimie

BOR	PL/1	Etude de l'atome de Bohr.
TAB	BASIC	Table de conversion du pourcentage de transmutance en absorbance.
MD#	BASIC	Calcul du défaut de masse dans un atome.
NC#	BASIC	Simulation sur la vitesse de réaction des enzymes.
KT#	BASIC	Programme sur les équilibres chimiques.

130 - Français

VRB	PL/1	Analyse des formes verbales en français.

140 - Informatique

INT CCC à CCK	PL/1	Tests du cours ITF:PL/1

150 - Mathématiques

CRB	PL/1	Trace une courbe point par point.
POL	PL/1	Interpolation d'une courbe par un polynôme.
FR#	BASIC	Calcul des facteurs premiers d'un entier.
ED#	BASIC	Calcul du PGCD de deux entiers.
DV#	BASIC	Calcul de la dérivée d'une fonction et un point.
IT#	BASIC	Calcul de l'intégrale d'une fonction.
VL#	BASIC	Volume d'un solide de révolution.
D1#	BASIC	Equation différentielle de premier ordre.
D2#	BASIC	Equation différentielle de deuxième ordre.
SC#	BASIC	Calcul de l'aire d'une surface de révolution.
CN#	BASIC	Calcul de la longueur d'une courbe plane.
LUC	PL/1	Transformation d'une base à une autre.
GRS	BASIC	Graphe d'un système d'équations du premier degré.
GR2	BASIC	Graphe d'une équation du second degré.
CMD	BASIC	Calcul du PPCM et du PGCD.
TEB	PL/1	Exercice sur les transformations d'une base à une autre.
SLT	BASIC	Résolution d'un système d'équations linéaires.

160 - Physique

PL#	BASIC	Etude de l'effet photoélectrique.
DA#	BASIC	Jeu sur la désintégration des atomes.
CI#	BASIC	Expérience de calorimétrie.
OT#	BASIC	Intégration de l'équation du mouvement.
W2#	BASIC	Jeu sur la deuxième loi de Newton.
RT#	BASIC	Jeu illustrant le chemin minimum en optique.
SE#	BASIC	Calcul d'orbites de satellites.
VD#	BASIC	Représentation d'un champ électrique.
BD#	BASIC	Représentation d'un champ magnétique.
DB#	BASIC	Calcul concernant la désintégration des atômes.

170 - Statistiques

SS#	BASIC	Calcul de la moyenne de l'écart-type, du Z-score, du T-score et histogramme.
FQ#	BASIC	Trace l'histogramme d'une série de notes.
ST#	BASIC	Analyse de données de laboratoire.

180 - Démonstrations et jeux

BS#	BASIC	Recherche d'un nombre de trois chiffres.
NIM	PL/1	Jeu des allumettes.

190 - Administration

BC#	BASIC	Balance commerciale - balance des paiements.
BK#	BASIC	Résolution de problèmes sur les taux d'intérêt.
SK#	BASIC	Simulation de placements en bourse.

REFERENCES

1 AUTOMATED EDUCATION CENTER, *Automated Education Letter*, Vol. 7, No 7, juillet 1972, pp. 5-6

2 AUTOMATED EDUCATION CENTER, *Automated Education Letter*, Vol. 6, No 2, février 1971, pp. 7-9.

3 AUTOMATED EDUCATION CENTER, *Automated Education Letter*, Vol. 6, No 5, mai 1971, pp. 4-5

4 BAKER, Frank B., "Computer-Based Instructional Manage- -ent Systems a first look", in *Review of Educational Research*, University of Wisconsin, février 1971, pp. 51-70.

5 BITZER, D.L., and ALPERT D., "Advances in Computer Based Education System", in *Sciences*, Vol 167, mars 1970, pp. 1582-1590.

6 BITZER, Donald L., and SKAPERDAS, Dominic,"The Design of an Economically Viable large scale Computer Based Education", in *To Improve Learning*, Vol. II, ed. Sidney G. Tickton, RR. Bowker Co, New-York - London, 1971, pp. 440-454.

7 BRIEN, Robert, *Fabrication de cours, méthode SPC*, Laboratoire de pédagogie informatique, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, janvier 1971, 85 p.

8 BRITISH COMPUTER SOCIETY, *Educational Yearbook 72-73*, ed. Alan Daniels, 1973, 203 p.

9 CERI, (Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement), *L'enseignement de l'informatique à l'école secondaire*, rapport technique de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique), 1971, 265 p.

10 CERI, *L'utilisation des ordinateurs dans l'enseignement supérieur, perspectives et politiques*, rapport technique de l'OCDE, juin 1971, 48 p.

11 CERI, *L'enseignement assisté par ordinateur, l'expérience de la faculté des sciences de Paris*, rapport technique de l'OCDE, 1971, 85 p.

12 CERI, *Un système d'instruction multimédia assisté et géré par ordinateur*, rapport technique de l'OCDE, 1972, 101 p.

13 COMITE CONSULTATIF DE CANUNET POUR LE MINISTERE DES COMMUNICATIONS, *Réseau Canadien d'ordinateur*, Université du Québec, mars 1972.

14 COMPUTER YEARBOOK COMPANY, *Computer Yearbook 72*, BOX 717, Détroit 48231, 1972, 628 p.

15 CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA (CNRC), Associate Commitee on Instructional Technology Subcommitee on CAL Programming languages, *Request for Quotation for the preparation of a detailed specification of a Programming language for Computer Aided Learning applications*, CNRC janvier 1973.

16 CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA (CNRC), *Comptes rendus du colloque canadien sur la technologie pédagogique*, Calgary, mai 1972, 476 p.

17 COUNCIL OF ONTARIO UNIVERSITIES, *Why a Computer Communication Network for Ontario University*, Vol. 1, No 3, Novembre 1971, pp. 1-4.

18 DELEGATION A L'INFORMATIQUE, *Plan calcul. Les missions du délégué à l'informatique*, Paris, 1971, 16 p.

19 DONIO, J., "Computers in Education", in *Educational Yearbook 1971-72*, British Computer Society pp. 71-88.

20 ECOLE SUPERIEURE D'ELECTRICITE, *Langage symbolique d'enseignement*, manuel de référence, octobre 1971, 73 p.

21 ENTELEK, *Computer Assisted Instruction guide*, (second Edition), Newburyport, Massachusetts, 1968.

22 FRYE, Charles H., "Langages pour l'enseignement assisté par ordinateur: Possibilités et applications", in *Computer Assisted Instruction: a book of Reading*, ed. Richard C. Atkinson and H. A. Wilson, Academic Press, 1969, pp. 317-327.

23 HICKEY, Albert E., "Computer Assisted Instruction: A Survey of the Litterature", (third Edition) Entelek Incorporated, octobre 1968, 100 p.

24 LEKAN, Helen A., *Index to Computer Assisted Instruction*, (first Edition), University of Wisconsin, Massachusetts, 1969, 295 p.

25 LEKAN, Helen A., *Index to Computer Assisted Instruction*, (second Edition), University of Wisconsin, Massachusetts, 1970, 295 p.

26 LEKAN, Helen A., *Index to Computer Assisted Instruction*, (third Edition), Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1971, 390 p.

27 INSTITUT DE RECHERCHE D'INFORMATIQUE ET D'AUTOMATIQUE (IRIA), *Bulletin de l'IRIA*, no 13, septembre 1972.

28 INSTITUT DE RECHERCHE D'INFORMATIQUE ET D'AUTOMATIQUE (IRIA), *Contribution à l'enseignement assisté par ordinateur*, cahier no 5, mai 1971, 414 p.

29 LAVOIE, Jean, (Ecole Polytechnique de Montréal), "Système Informatique de contrôle d'apprentissage", *Comptes rendus du colloque canadien sur la technologie pédagogique*, CNRC, Calgary, mai 1972, pp. 142-172.

30 SERVICE INFORMATIQUE DU MINISTERE DE L'EDUCATION DU QUEBEC, *Colloque de Québec, mai 1972: L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, mai 1972, 455 p.

31 MINISTERE DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE FRANCAIS, *Informatique 1972. Délégation à l'informatique*, Paris, 1972, 20 p.

32 MORGAN, Robert M., *"Instructional technology in Vocational training"*, article dans: *To Improve Learning*, vol. II, ed. Sidney L. Tickton, RR Bowkner Co, New-York-London, 1971, pp. 779-793.

33 OLIVIER, W.P., and CHURCHILL, S., "Computer Assisted Instruction at the Ontario Institute for Studies in Education", article dans: *AEDS Monitor*, février 1971.

34 PAQUIN-ROBERGE, Luce, *Programmes de support*, Laboratoire de Pédagogie Informatique, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mars 1971, 128 p.

35 PEUCHOT, Maurice, *La stratégie modulaire en enseignement assisté par ordinateur*. Laboratoire de Pédagogie Informatique, Ministère de l'Education du Québec, 1969.

36 RALSTON, Anthony, "ACM President's Letter", in *Communication of the ACM*, décembre 1972, pp. 1021-1022.

37 RAYNAUD, Régine, "Le système Pico", article dans *Colloque de Québec, mai 72: L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, Service Informatique du Ministère de l'Education du Québec, mai 1972, pp. 219-240.

38 RIPOTA, Peter, *"A concept for a Primary Author's language"*, University of Freiburg, Allemagne, décembre 1971, 42 p.

39 SPEAGLE, Richard E., "Systems analysis in Education", article dans: *To improve Learning*, Vol. II, édité par Sidney G. Tickton, RR. Bowkner Co, New-York-London, 1971, pp. 327-336.

40 ROID, G.H., "Designing Programming languages for Computer Bases Instructional Systems in relation to instructional problems", article dans: *Proceedings of the Canadian Symposium on Instructional Technology*, CNRC, Calgary, mai 1972, pp. 323-331.

41 LATTA, Raymond et RIVERS, Le Roy, "Sources of Information on Computer Assisted Instruction", dans: *Educational Technology*, mars 1970, pp. 36-38.

42 WHITNEY, D.C. and WHITE, S.R., "Time Sharing Services & Time-Share Corp. Economics", article dans: *Modern Data Systems*, février 1968.

43 ZINN, Karl L., "Instructional Programming Languages", article dans *Educational Technology*, mars 1970, pp. 43-46.

44 ZINN, Karl L., "Requirements for programming languages in computer-based instructional systems", article dans: *Educational Yearbook*, British Computer Society, 1971, pp. 88-99.

45 ZINN, Karl, L. *Exigence des langages de programmation pour l'enseignement assisté par ordinateur*, conférence prononcée sur l'utilisation des ordinateurs dans l'enseignement supérieur, rapport technique de l'OCDE, mars 1971, 85 p.

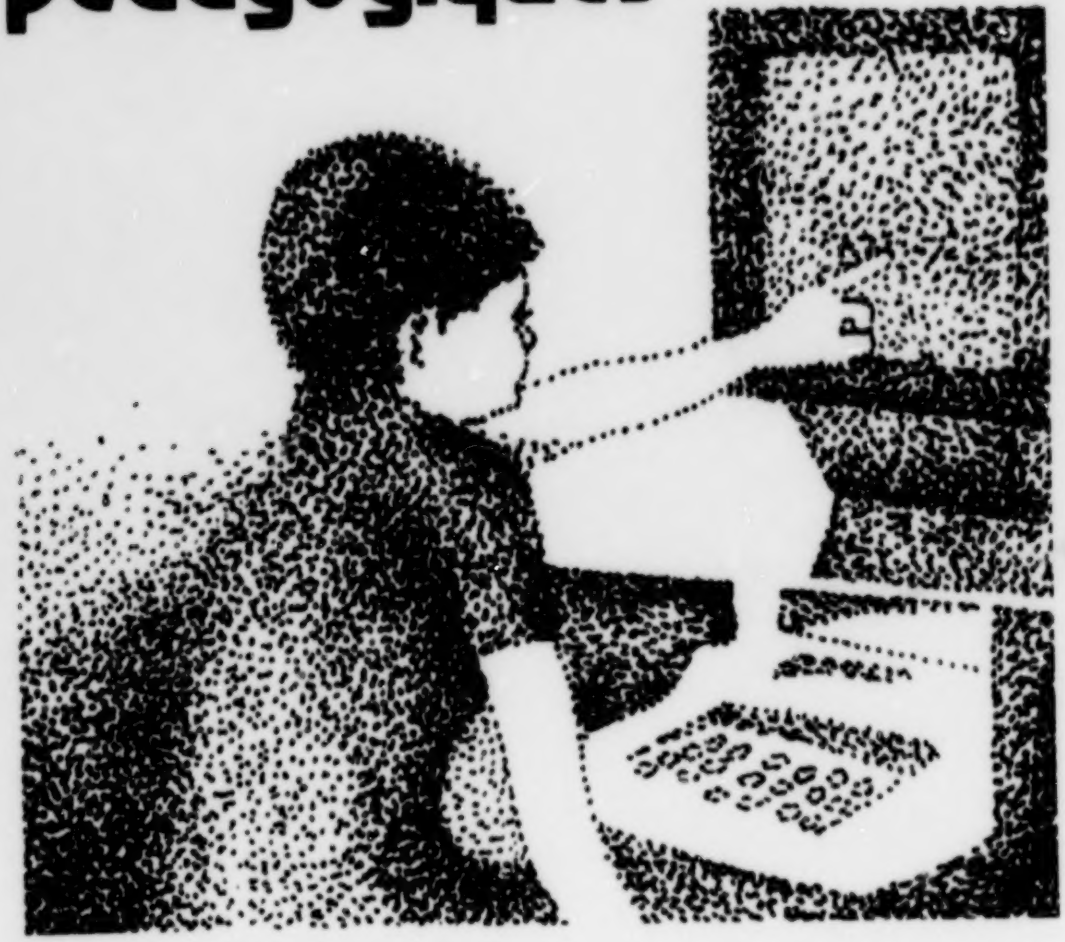
46 ZINN, Karl, L., "Programming Conversational Use of Computers for Instruction", dans: *Computer Assisted Instruction: a book of Readings*, édité par Richard C. Atkinson et H.A. Wilson, Academic Press, 1969, pp. 253-316.

SERVICE DE LA REPROGRAPHIE
Septembre 1973

E D U Q 8170187 C

Rapport sur L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques

TOME II
COÛTS



Service de l'Informatique
Ministère de l'Éducation

D
360

E D U Q 8170187 C

rapport sur

L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques

tome II

Coûts

Laboratoire de Pédagogie Informatique
Service de l'Informatique
Ministère de l'Éducation du Québec
Mars 1973

l'utilisation de l'ordinateur
à des fins pédagogiques

tome II

COUTS

Les trois tomes* du document sur "L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques" proviennent d'un rapport déposé en mars 1973 au ministère de l'Education par le Laboratoire de pédagogie informatique. Conduite sous la direction de monsieur William Lee, cette étude fait suite aux travaux du Laboratoire constitué en 1968 dans le Service de l'informatique du ministère de l'Education.

Pour le premier tome, la classification et la description des types d'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement ont été faites par monsieur Guy Chevalier et les comptes rendus d'expérience par monsieur Bernard Gateau.

Le second tome, portant sur les coûts de ces différents types d'emploi de l'ordinateur, a été écrit par monsieur François Labrousse.

Le troisième tome qui décrit l'étendue de l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement a été rédigé par monsieur Lucien Dubé.

La présentation et la mise au point du texte final ont été réalisées avec l'aide de mademoiselle Diane Laflamme.

---

* Tome 1: "types d'utilisation"
Tome 2: "coûts"
Tome 3: "étendue"

CLASSIFICATION DES UTILISATIONS DE L'ORDINATEUR A DES FINS PEDAGOGIQUES *

INSTRUMENT DE LABORATOIRE

- APPAREIL ELECTRONIQUE
- CALCULATEUR
- AUTOMATE
- SIMULATEUR
- INSTRUMENT DE RECHERCHE

INSTRUMENT DE GESTION PEDAGOGIQUE

- BANQUES D'INFORMATION
- EVALUATION
  - ANALYSE ET TRAITEMENT DE REPONSES
  - GENERATION ET CORRECTION DE QUESTIONNAIRES
  - EVALUATION INDIVIDUALISEE
- GESTION DE CHEMINEMENT

INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT

- EXERCICES REPETES
- ENSEIGNEMENT DE TYPE TUTORIEL
- ENSEIGNEMENT DE TYPE NON-DIRECTIF

---

* cf le tome 1 de ce rapport: "types d'utilisation"

TABLE DES MATIERES

Introduction 1

1 Analyse des coûts 2

1.0 Classification 2
1.1 Terminaux 2
1.2 Ordinateur 6
1.3 Télécommunications 15
1.4 Programmes 20
1.5 Cours 23
1.6 Fonctionnement 25
1.7 Ressources humaines 26
1.8 Aperçu sur le coût actuel de l'enseignement 27

2 Evaluation des coûts pour le mode *instrument de laboratoire* 30

2.1 Utilisation de l'ordinateur comme *appareil électronique* 30
2.2 Utilisation de l'ordinateur comme *calculateur* 30
2.3 Utilisation de l'ordinateur comme *automate* 33
2.4 Utilisation de l'ordinateur comme *simulateur* 34
2.5 Utilisation de l'ordinateur comme *instrument de recherche pédagogique* 36

3 Evaluation des coûts pour le mode *instrument de gestion pédagogique* 37

3.1 Utilisation de l'ordinateur comme *banque d'information* 37

3.2 Utilisation de l'ordinateur pour *l'évaluation* 38

3.3 Utilisation de l'ordinateur pour la *gestion de cheminement* 41

4 Evaluation des coûts pour le mode *instrument d'enseignement* 50

4.0 Introduction 50

4.1 Utilisation du matériel informatique 51

4.2 Ecriture des cours 53

4.3 Coût global 56

Annexes 63

Annexe A 64

Annexe B 67

Annexe C 70

Annexe D 71

Références 73

INTRODUCTION

L'ordinateur est un outil qui n'a pas la réputation d'être bon marché. Dans le monde de l'éducation, où le problème du coût est particulièrement important, son utilisation dépend beaucoup des dépenses qu'il entraîne comparativement à la qualité de l'enseignement qu'il permet.

L'introduction de l'ordinateur dans l'industrie ou l'administration ne trouve pas toujours sa justification dans une diminution des dépenses. Il permet plutôt de franchir une étape, de favoriser un nouveau développement; on peut s'attendre à un phénomène analogue dans l'enseignement. Certains prétendent même qu'il n'y a pas à "justifier" l'ordinateur plus qu'on ne justifie le téléphone ou les bibliothèques qui passent pour être, de toute évidence, indispensables [24].

On n'a, de toute façon, que peu de données économiques "opérationnelles" sur l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement. Les expériences relatées dans la littérature appartiennent, en majeure partie, au domaine de la recherche. Des évaluations de coût doivent plutôt être faites dans l'optique d'une utilisation assez étendue.

Dans le premier chapitre, on traitera des différents postes de dépenses et, dans les suivants, on évaluera les coûts de chacun des types d'utilisation de l'ordinateur* à des fins pédagogiques.

---

* La classification utilisée est celle du tome 1 de ce rapport.

CHAPITRE I

ANALYSE DES COUTS

1.0 Classification

Les dépenses impliquées ou modifiées par l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement peuvent être classées dans différentes rubriques:

1 - Terminaux
2 - Ordinateur
3 - Télécommunications
4 - Programmes ("software")
5 - Cours ("courseware")
6 - Fonctionnement
7 - Ressources humaines

On les considèrera successivement en donnant une brève description ainsi que des ordres de grandeur pour les coûts*.

1.1 Terminaux.

Lorsqu'on travaille à distance sur un ordinateur, on le fait par l'intermédiaire de terminaux ou consoles. La télécommunication est établie par lignes téléphoniques.

---

* L'utilisation exclusive d'un produit au service de l'enseignement (matériel informatique, télécommunication) entraîne généralement l'application de tarifs spéciaux.

1.1 ...

Les capacités du terminal varient beaucoup suivant le type utilisé. On peut aller du simple télétype à l'ordinateur de petite dimension.

On ne parlera pas ici des terminaux "lourds" (lecteurs de cartes perforées, imprimantes) qui sont essentiellement des extensions du matériel de la salle d'ordinateur, mais qui peuvent cependant servir pour l'enseignement de l'informatique (mode "*automate*") ou pour la *gestion pédagogique* (ex: banque de données).

On parlera plutôt des terminaux "conversationnels ", utilisés en général par un seul étudiant à la fois et qui lui permettent de communiquer dynamiquement avec l'ordinateur [29,8]. Il s'agit principalement des terminaux de type machine à écrire (ex: télétype, IBM 2741) ou mini-imprimante,ou encore de terminaux à écran cathodique et clavier.

1.1.1 Terminaux de type *machine à écrire*.

Les prix d'achat de ces terminaux s'étalent d'environ $1,000 à quelques $5,000 suivant leurs possibilités.

1.1 ...

Un des plus répandus et des moins chers est le Télétype dont voici un tableau des prix* des différents modèles (prix sans l'exemption éducationnelle):

NUMERO DE MODELE	terminal manuel	terminal automatique
33	$ 55	$ 70
35	$105	$140

Fig. 1 - *Coût mensuel des terminaux Télétype.*

Pour émettre ou recevoir des messages par les lignes téléphoniques, il est nécessaire qu'un dispositif (modulateur - démodulateur : modem) soit placé entre le terminal et la ligne, à chaque extrémité de la ligne. Les Télétypes cités ci-dessus comprennent ce dispositif qui leur est intégré. Notons cependant que pour d'autres terminaux - GE-300, par

---

* Prix recueillis auprès de la Cie Bell Téléphone.

exemple, de loyer mensuel $145 à $235 - il faut ajouter ce dispositif. Dans le cas de communication avec l'ordinateur, le coût d'un tel modem est de $17.50* par mois.

Par la suite, on évaluera le coût moyen annuel de location d'un terminal assez simple de ce type à environ $1,000.

1.1.2 Terminaux à écran cathodique.

Il existe de multiples modèles de ce genre de terminal. Très peu ont été conçus pour l'enseignement (comme Lektromedia, PLATO). Leurs possibilités sont très variables et leurs coûts encore plus étendus. L'utilisation des terminaux visuels pour l'enseignement nécessite des écrans présentant une certaine souplesse, ce qui entraîne un prix à l'achat d'environ $3,000 à $6,000, soit une location d'au moins $100 par mois.

Signalons le terminal à plasma du projet PLATO**. Il permet la surimpression d'une image projetée [4] . Il coûte actuellement $4,000 [12]; le coût prévu en 1974 est de $2,500 et on espère qu'il atteigne finalement $1,900 seulement.

---

* Prix recueillis auprès de la Cie Bell Téléphone.

** D'après *CAI/CMI Information Exchange News* de janvier 1973, publié par ENTELEK, une centaine de ces terminaux seraient actuellement terminés. Le montage est fait par Magnavox Co.

1.1.3 Autres terminaux.

D'autres terminaux peuvent être utilisés dans l'enseignement en même temps qu'un terminal conversationnel. On peut ainsi ajouter à la "station d'élève" un projecteur de diapositives ou un magnétophone, le tout étant contrôlé par programme. Le système IBM 1500 offre ces possibilités. C'est un système qui a été spécialement développé autour d'un ordinateur IBM 1130 pour l'enseignement avec ordinateur.

La compagnie Bell Téléphone propose à l'heure actuelle un écran cathodique (très simple, non spécialisé pour l'enseignement) à $70/mois et un modem à $17.50/mois, une mini-imprimante ($95/mois) et un lecteur de cassettes ($90/mois, capacité de 50,000 caractères).

Signalons aussi des unités telles que des lecteurs de cartes perforées ou de cartes marquées* ("mark-sensing") qui peuvent être de grande utilité en conjonction avec une machine à écrire ou une mini-imprimante.

1.2 Ordinateur.

1.2.1 Généralités.

L'utilisation et les coûts de l'ordinateur varient beaucoup suivant la manière dont il est inséré dans l'en-

---

* Tel lecteur de cartes pour cartes perforées ou "marquées", se vend $12,000 (prix public: sans le rabais éducationnel); location d'environ $250/mois. Sa vitesse est de 120 cartes/minute.

seignement. On va surtout parler ici de l'utilisation en mode conversationnel avec un ordinateur fonctionnant en temps partagé.

Le coût, par terminal, de l'ordinateur décroît lorsque le système,plus gros,dessert plus de terminaux. Cependant, la dispersion des terminaux dans une installation centrée sur un ordinateur puissant peut introduire des coûts de télécommunications qui détruisent cet avantage.

Il peut être intéressant, surtout lorsqu'on n'a besoin que de quelques terminaux, d'utiliser un service commercial de temps partagé. L'évaluation du coût fait alors souvent intervenir les trois facteurs suivants:

- temps de calcul de l'unité centrale (temps "CPU");
- temps de connexion du terminal à l'ordinateur;
- volume occupé en mémoire auxiliaire.

Le coût horaire d'un service commercial de temps partagé est d'environ $10±$4, les télécommunications devant en général être ajoutées.

Un mode d'évaluation du coût qui permette de comparer des solutions aussi diverses peut être de calculer le prix d'une heure de travail au terminal ou, encore, de donner ce prix pour un mois ou un an. Ce faisant, on suppose une utilisation "moyenne" de six à dix heures par jour de connexion.

1.2.2 Coût de systèmes conçus pour l'enseignement

a) Un RCA Spectra 70 desservant 192 terminaux à New York [33] avait un coût évalué pour l'année 70-71 à $190,000. Il ne semble pas possible que les terminaux soient inclus dans ce coût, bien que le texte soit ambigu sur ce point. Le coût d'ordinateur serait donc d'environ *$1,000 par terminal pour un an.*

b) Au Kentucky, le projet EMRI (Educational Management Research Information System) de l'EKEDC* desservait, au printemps 1972, 3,800 élèves à l'aide de soixante-deux (62) terminaux [12]. Il s'agit de télétypes ASR 33 reliés à un RCA 70. Le coût d'ordinateur était ici de *$960. par terminal pour un an.* Le coût du terminal lui-même était de $950.

c) A titre indicatif, citons les coûts que donnaient Kopstein et Seidel, en 1967, pour le "hardware" de trois installations différentes [18].

Ces coûts comprennent les dépenses pour l'ordinateur et les terminaux (mais non les télécommunications), dans trois modes d'utilisation:

- 6h/jr, 22 jrs/mois;
  132 heures par terminal, par mois;
- 10h/jr, + 5h le samedi; 240 heures par terminal, par mois;
- 18h/jr, + 9h le samedi; 432 heures par terminal, par mois.

---

* EKEDC: Eastern Kentucky Educational Development Corporation.

i) Pour un IBM 1460 et 20 stations d'élèves:

TYPE DE LA STATION	COUT HORAIRE PAR TERMINAL			COUT MENSUEL DE L'INSTALLATION
	Utilisation de 132h/mois	Utilisation de 240h/mois	Utilisation de 432h/mois	
Terminal simple	$5.30	$2.95	$1.74	$14,000
Terminal avec projecteur	$7.65	$4.25	$2.46	$20,200
Station complète avec audio	$7.85	$4.35	$2.52	$20,700

Fig. 2 - *Coût mensuel d'une installation IBM 1460 + 20 stations, et son coût horaire calculé par élève (Kopstein et Seidel, 1967)*

ii) Pour un IBM 1500 avec 32 stations complètes (écran, photo et audio):

	COUT HORAIRE PAR TERMINAL			COUT MENSUEL DE L'INSTALLATION
	Utilisation de 132h/mois	Utilisation de 240h/mois	Utilisation de 432h/mois	
Station complète	$3.63	$2.04	$1.20	$14,800

Fig. 3 - *Coût mensuel d'une installation IBM 1500 + 32 stations, et son coût horaire calculé par élève (Kopstein et Seidel, 1967)*

iii) Pour une installation hypothétique de 448 stations sur un PDP-10 (amortissement sur 48 mois)*:

TYPE DE LA STATION	COUT HORAIRE PAR TERMINAL			COUT MENSUEL DE L'INSTALLATION
	Utilisation de 132h/mois	Utilisation de 240h/mois	Utilisation de 432h/mois	
Télétype	$0.50	$0.28	$0.16	$28,800
Ecran cathodique et clavier	$0.93	$0.51	$0.29	$54,300

Fig. 4 - *Coût mensuel d'une installation PDP-10 + 448 stations, et son coût horaire calculé par élève (Kopstein et Seidel, 1967)*

---

* Cette hypothèse semble très favorable et conduit à des coûts plutôt faibles.

1.2.3 Coût de temps partagé commercial.

a) En février 1973, les coûts* du service de temps partagé de Dartmouth sont les suivants:

TYPES DE TARIF	COUT DE CONNECTION DU TERMINAL SUIVANT SA VITESSE (PAR HEURE)			COUT DU TEMPS DE CALCUL	COUT DE L'ESPACE DE RANGEMENT	COUT DES ENTREE/SORTIE
	10 CAR/SEC.	13.45 C/SEC.	30 CAR./SEC.	(PAR SECONDE DE TEMPS CPU)	(PAR UNITE DE 4000 CARACT.)	(PAR 1000 UNITES I/O)
INTERNE "INSIDE"	$ 1.40	$ 1.55	$ 2.30	$ 0.04	$ 0.35	$ 0.55
EXTERNE NON-COMMERCIAL "OUTSIDE"	$ 2.15	$ 2.35	$ 3.55	$ 0.06	$ 0.65	$ 1.00
COMMERCIAL	$ 5.25	$ 5.60	$ 8.65	$ 0.15	$ 2.00	$ 2.50

Fig. 5 - *Coût du service de temps partagé de "Dartmouth Time-Sharing System" (Février 1973)*

---

* Obtenus de DTSS (Dartmouth Time-Sharing System). On trouvera, en Annexe D, un tableau plus complet.

Ces coûts unitaires, bien que représentatifs des tarifs offerts sur le marché, peuvent paraître assez élevés. D'ailleurs DTSS (Dartmouth Time-Sharing System) offre des contrats annuels présentant un coût moyen par heure bien plus faible ($6,000 pour 4896 heures de disponibilité).

b) En 1971, pour le "Michigan Terminal System" à l'Université du Michigan, Seltzer[28] donne les coûts suivants:

connexion du terminal	$2.57/h
temps de calcul (CPU)	$286/h (8¢/sec)
espace en mémoire	$0.37/h, par page
espace de rangement	$0.28/h, pour 1,000 pages

Sans utilisation de fichier de rangement, une heure de travail au terminal revient donc, dans ce cas, à quelque $4 - $4.50/h pour le coût d'ordinateur.

c) En janvier 1973, le coût du système APL offert à l'Université Laval est, pour les clients "extérieurs":

liaison du terminal	$3/h
temps de calcul	$0.15/sec
espace de rangement	$0.80/piste-mois

Une "piste" permet de ranger 13,030 octets.

d) Les tarifs commerciaux proposés pour un service de temps partagé sont donc sensiblement plus élevés que les coûts calculés dans des installations consacrées à l'enseignement. Les évaluations concernant les données ne comprennent cependant pas toujours le personnel technique de soutien.

Les services rendus étant différents, il est en fait normal qu'il existe une différence de coût.

1.2.4 Le projet PLATO.

Dans le projet PLATO IV [3,4], Bitzer fait l'évaluation d'un système très puissant qui serait construit autour d'un ordinateur* susceptible de desservir 4,000 terminaux. Par année (2,000 heures: 45 semaines à 44 heures), les coûts pour un terminal se chiffreraient à:

ordinateur	$220
programmes (software)	$ 25
gestion du système	$ 60
	$305

A ce chiffre, particulièrement faible et assez discuté [29], Bitzer ajoute le coût du terminal lui-même: $360 à $1,000.

1.2.5 Coût d'un petit système.

Pour donner un exemple d'un petit système, on peut signaler le système offert par Computer Curriculum Corporation (décrit dans [33] en 1970). Il s'agit d'un petit ordinateur desservant huit terminaux spécialement pour un cours d'arithmétique à l'élémentaire (cours de Suppes en mode *exercices répétés*). C'est un système assez limité mais indépendant et assez peu cher. Un système un peu plus coûteux permettrait d'offrir d'autres cours. Le coût an-

* Dans [12], il est précisé que les 4,000 terminaux pourraient être supportés par quatre CDC 6400 ou deux CDC 6500.

nuel total pour l'ordinateur, les terminaux et la maintenance est évalué à $7,640, soit environ *$950 pour l'utilisation d'un terminal pendant un an.*

1.2.6 Evolution des coûts.

L'apparition de systèmes importants, ou encore de "mini-systèmes" consacrés spécialement à l'éducation, entraîne des baisses sensibles de coût par rapport aux systèmes antérieurs [29,32], construits sur une technologie moins avancée, et développés dans une optique de recherche. Cette évolution devrait, à notre avis, se poursuivre.

1.2.7 Conclusion.

Les chiffres que nous avons cités montrent une forte disparité. Elle peut s'expliquer par des utilisations différentes (charge plus ou moins lourde par terminal) et par des rentabilités diverses (système plus ou moins puissant, utilisation nocturne de l'ordinateur, etc...).

A l'heure actuelle, le coût annuel imputable à l'ordinateur seul (terminal non compris) dans une installation orientée vers l'enseignement ne devrait pas excéder $3,000 environ par station d'élève. Une borne inférieure pourrait être évaluée à $1,000. Un système opérationnel - et non de recherche - devrait se rapprocher de cette dernière borne.

1.3 Télécommunications.

Dans une installation reliant à un ordinateur des terminaux dispersés et éloignés, le coût des télécommunications peut devenir très important et constituer un facteur décisif.

C'est un des principaux avantages d'une petite installation indépendante, à quelques terminaux seulement, que d'avoir des coûts à ce titre qui peuvent être nuls.

1.3.1 Lignes ordinaires.

Les terminaux conversationnels pris isolément peuvent utiliser les lignes ordinaires du réseau téléphonique. Dans le cas d'appel de très courte durée à faible distance en dehors des zones urbaines, un appel normal peut être fait; mais le coût devient vite prohibitif.

Il peut être rapidement intéressant de louer une ligne. Le coût est de quelques dollars par mille, en moyenne. Aux Etats-Unis, Bitzer [4] donne un coût moyen de $3.50/mille par mois. Au Québec*, le coût moyen mensuel serait de l'ordre de $4/mille, mais il varie suivant les localités à desservir. Sur le réseau gouvernemental, le loyer mensuel est sensiblement moindre. Le coût du mille varie alors avec le nombre de circuits. Voici, à titre indicatif, les prix de location d'une ligne ordinaire (2,400 bauds) Québec-Montréal d'une part, et Québec-

---

* Documentation auprès de la Cie Bell Téléphone. Voir aussi [1].

Chicoutimi d'autre part. On indique les coûts de location "normaux" et les coûts du réseau Telpak, pour le gouvernement.

	Coût mensuel du réseau normal	Coût mensuel du réseau Telpak
Québec-Montréal	$521	$194
Québec-Chicoutimi	$472	$309

Fig. 6 - *Coûts* mensuels de location de lignes téléphoniques ordinaires à 2400 bauds.*

Le schéma d'utilisation est alors le suivant:**

Fig. 7 - *Schéma de connexion d'un terminal à un ordinateur par ligne téléphonique*

et le coût de cette connexion est le suivant (réseau Telpak):

	Coût mensuel de la ligne téléphonique	Coût mensuel des modems	Coût total mensuel de la connexion
Québec-Montréal	$194	$35	$229
Québec-Chicoutimi	$309	$35	$344

Fig. 8 - *Exemples de coût mensuel, pour les télécommunications, de la connexion d'un terminal à un ordinateur par location d'une ligne.*

---

* Recueillis auprès de la Cie Bell Téléphone (arrondis à l'unité)

** Le dispositif nommé "modem" est expliqué plus haut (p.4).

1.3.2 Concentration de lignes.

Lorsqu'il y a plusieurs terminaux au même endroit, on peut envisager de concentrer les télécommunications pour en réduire les coûts.

Ainsi, une ligne ordinaire mais de type "duplex", et spécialement conditionnée, peut transmettre les messages de dix-huit terminaux "lents" (à 15 caractères/s).

Le tableau suivant montre, par rapport au précédent, l'augmentation de coût qu'entraîne cette qualité de ligne:

	Coût mensuel du réseau normal	Coût mensuel du réseau Telpak
Québec-Montréal	$721	$305
Québec-Chicoutimi	$660	$425

Fig. 9 - *Coûts* mensuels de location de lignes "duplex" conditionnées.*

Le schéma d'utilisation est alors le suivant:

Fig. 10 - *Schéma de terminaux reliés à un ordinateur avec concentration de ligne*

---

* Recueillis auprès de la Cie Bell Téléphone (arrondis à l'unité).

A chaque extrémité de la ligne, il faut un concentrateur-déconcentrateur de ligne et un "modem" à haute vitesse. De plus, chaque terminal doit avoir son propre modem qui le relie au concentrateur ainsi qu'un dispositif (carte de circuits électroniques) lui permettant de travailler dans ce mode.

Jusqu'à vingt-cinq terminaux sur la même ligne de 2400 bauds, les coûts* mensuels de ces appareils sont donc les suivants:

- coût pour chaque terminal $ 12.50
- modem " $ 17.50
- concentrateur-déconcentrateur $242.50 (chacun)
- modem haute-vitesse $115.00 (chacun)

Les coûts globaux de connexion par le réseau Telpak sur les deux lignes considérées seraient les suivants, en fonction du nombre de terminaux:

NOMBRE DE TERMINAUX	LIGNE QUEBEC-MONTREAL		LIGNE QUEBEC-CHICOUTIMI	
	Coût global	Coût par terminal	Coût global	Coût par terminal
5	$1,170	$234.00	$1,290	$258.00
10	$1,320	$132.00	$1,440	$144.00
15	$1,470	$ 98.00	$1,590	$106.00
20	$1,620	$ 81.00	$1,740	$ 87.00
25	$1,770	$ 70.80	$1,890	$ 75.60

Fig. 11 - *Exemple de coût mensuel (coût global et coût par terminal) de télécommunications par concentration de ligne sur des lignes louées*

* Recueillis auprès de la Cie Bell Téléphone.

Dans ces deux exemples, la concentration de lignes est assez rapidement avantageuse à partir de cinq terminaux pour la ligne Québec-Montréal, et à partir de trois terminaux pour la ligne Québec-Chicoutimi.

1.3.3 Câble de télévision.

Si on regarde vers le futur, on peut imaginer des systèmes à grand nombre de terminaux desservis par un canal de télévision. Ce système n'existe pas encore au Québec, mais y est à l'étude. Bitzer [4] propose l'exemple du système suivant:

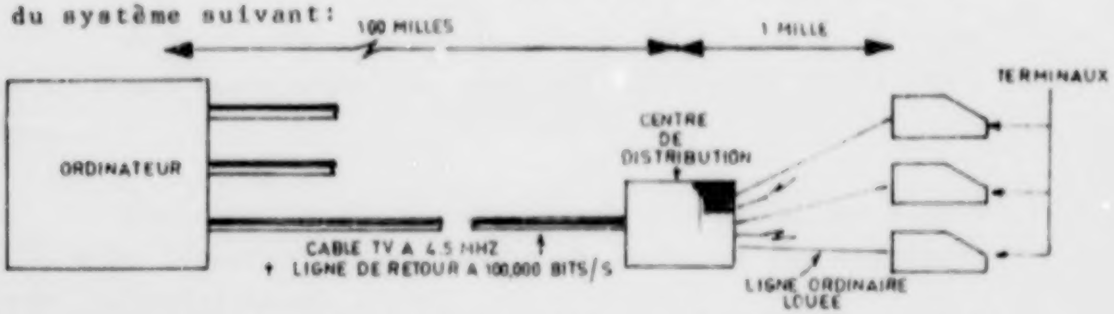


Fig. 12 - *Schéma d'un réseau utilisant des câbles de T.V. (par Bitzer, 1971)*

Le canal de TV permettrait le transfert de 1200 bits/sec. à chacun des 1500 terminaux. La ligne de retour permettrait la réponse de chacun des 1500 terminaux à 60 bits/sec.

D'où le tableau de la page suivante.

1.3.3 ...

	COUT MENSUEL PAR MILLE	COUT MENSUEL GLOBAL
Canal TV	\$35	\$3,500
Ligne à 100,000 bauds	\$15*	\$1,500
TOTAL	\$50	\$5,000

Fig. 13 - *Evaluation du coût de télécommunications pour 1600 terminaux dans l'hypothèse du schéma précédent (fig.12) par Bitzer, 1972.*

Par terminal, on obtient: \$3.33/mois plus le coût de la ligne aboutissant au terminal (\$3), soit \$6.33 par mois.

Pour 160 heures d'utilisation mensuelle, on arrive à un coût remarquablement faible de 4¢/heure par terminal pour les télécommunications.

1.4 Programmes ("software")

Par programmes, nous n'entendons pas ici les cours eux-mêmes qui seront étudiés plus loin, mais les systèmes qui permettent de les programmer: on inclura, en effet, la programmation des cours dans leur production.

---

* Ce coût semble un peu faible, comparé à celui d'une ligne à 50K bits au Québec d'environ \$25/mille. Il faudrait aussi tenir compte des modems.

1.4.1 Types de programmes.

Il peut s'agir de plusieurs types de programmes. Ce peut être le système d'opération (ex. OS) de l'ordinateur, un langage conversationnel non spécialisé que l'on adapte à l'enseignement assisté par ordinateur (ex. APL, BASIC), ou encore un système spécialisé développé spécifiquement dans ce but (ex. Coursewriter, LYRIC...). Le coût des programmes du premier type peut être considéré comme partie du fonctionnement de l'ordinateur, comme il le serait dans le cas de la location d'un service de temps partagé.

1.4.2 Langages conversationnels.

Le coût de location d'un langage conversationnel, ou plutôt de son compilateur ou interpréteur, dépend de la machine qui doit le recevoir, de sa puissance, de sa complexité, de l'assistance technique qui le supporte, etc... L'ordre de grandeur est de quelques centaines de dollars par mois.

1.4.3 Langages orientés vers l'enseignement.

a) Au sujet d'un système spécifiquement créé pour l'enseignement, Silvern [29] fournit en 1970, les coûts suivants de location du système LYRIC, qui sont fonction du nombre de terminaux l'utilisant:

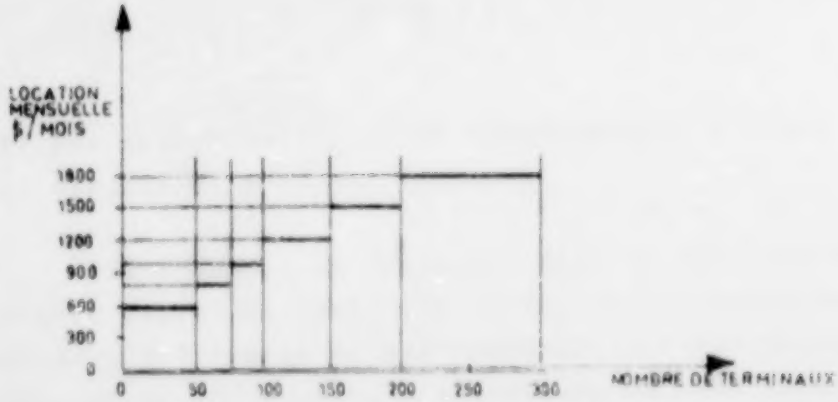


Fig. 14 - *Coût mensuel du système LYRIC (Silvern, 1970)*

b) Kopstein et Seidel [18] supposent que le développement d'un langage spécialisé demande vingt hommes-année et coûte $360,000. Amorti sur trois ans dans dix centres, le coût mensuel est alors de $1,000. Dans les trois cas suivants d'utilisation:

- 2,640 h/mois: 20 étudiants x6 hres x22 jours
- 7,680 h/mois: 32 étudiants x10 hres x24 jours
- 193,536 h/mois:448 étudiants x18 hres x24 jours

on a un coût d'amortissement par heure-élève de $0.38, $0.13, $0.005 respectivement, et par mois pour chaque terminal: $50.00, $31.20 et $2.23.

c) Dans le programme PLATO, Bitzer [3] évalue le coût d'amortissement du langage par terminal à $25 *par an*, le coût d'écriture ($500,000) étant alors étalé sur les 4000 terminaux projetés, avec un amortissement de cinq ans.

1.4.4 Evaluation du coût des programmes ("software")

On pourra considérer que le coût d'un "software" conversationnel utilisable pour l'enseignement, lorsqu'il

n'est pas inclus dans le coût d'ordinateur, s'élève entre $3 et $15 par mois et par terminal.

Par exemple, un "package" dont la location est de $300/mois reviendra, dans une installation desservant 30 terminaux, à $10/mois et par terminal. L'utilisation de 5h/jour et de 24 jours/mois entraînera un coût horaire de $0.083.

1.5 Cours (courseware)

L'écriture d'un cours où l'ordinateur tient une certaine place est une opération longue, et la mise au point en est importante. On peut la comparer à l'écriture d'un manuel ou à la préparation d'un document audio-visuel. Les chiffres cités par les auteurs concernent surtout les cours en mode *tutoriel* plutôt qu'en mode *gestion de cheminement*. On peut estimer qu'en mode *tutoriel*, un cours prend au moins deux fois plus de temps à écrire pour un temps d'étude égal de la part de l'élève.

De toute façon, le prix est lié à la qualité, dans la mesure où la qualité croît avec le soin apporté, donc avec le temps d'écriture. En mode *tutoriel*, le prix d'un cours, généralement ramené par heure pour un élève moyen, peut varier dans les proportions de 1 à 15 : $200 à $3,000.

1.5.1 Coût en mode *instrument d'enseignement*.

Voici un tableau de quelques chiffres relevés pour

le mode *instrument d'enseignement:*

d'après...	TEMPS DE PREPARATION PAR HEURE DE COURS	COUT PAR HEURE DE COURS
- Stolurow [32]	100-400h	$1,200 à $4,800
- Charp et Wye (cité par [29])	234h	$1,170
- Atkinson, Suppes (cité par [19])		$ 450
- Bacon, cité par [19]		$ 500 à $3,000

Fig. 15 - *Temps et coûts cités pour l'écriture d'une heure de cours en mode instrument d'enseignement*

Un coût de $1,500 pour l'écriture, la mise au point et la validation d'une heure de cours en *mode tutoriel* peut être considéré comme un ordre de grandeur valable à l'heure actuelle, pour une équipe spécialisée et entraînée. Dans le mode *exercices répétés*, le coût peut être de deux à trois fois moindre (cf référence ci-dessus à Suppes).

1.5.2 Coût en mode *gestion de cheminement*.

En mode *gestion de cheminement*, on peut donner, comme ordre de grandeur de coût d'écriture du cours, de $500 à $1,000 par heure d'étude de l'élève. Mais l'écart peut être, en fait, très grand suivant le travail demandé par la préparation des documents d'accompagnement.

1.5.3 Cours commercialisés .

Il existe des cours commercialisés, surtout en mode *exercices répétés*. Ils sont destinés à l'élémentaire, dans les matières telles que arithmétique ou lecture. L'élève passe environ dix minutes par jour au terminal. Les coûts de location de ces cours (d'après [12]) sont d'une centaine de dollars par année par terminal. Si on compte que 25 à 30 élèves peuvent passer chaque jour devant le terminal, le coût annuel par élève et pour chaque cours offert est de $3 à $4.

1.6 Fonctionnement .

Il existe dans l'enseignement avec ordinateur des dépenses de fonctionnement, soit analogues à celles de l'enseignement traditionnel (manuels, imprimés, bobines audio, diapositives ou films), soit dues à la présence de l'ordinateur (cartes perforées, papier d'imprimante, etc.).

Ces dépenses sont marginales mais non négligeables. Dans le mode *gestion de cheminement*, l'élève travaille souvent sur du matériel imprimé ou audio-visuel qui lui demeure ou qu'on devra renouveler assez souvent. Dans le mode *tutoriel*, la présence de terminaux comme des projecteurs de photos ou des magnétophones entraînera aussi des coûts de renouvellement de matériel (cf [4] et [9]).

Il y a aussi les dépenses d'administration (ex: secrétariat) que certains auteurs font intervenir, par exemple, en ajoutant un pourcentage au coût global. En géné-

ral, nous considérerons ici que ces coûts sont inclus dans le secteur dont ils relèvent.

1.7 Ressources humaines.

Sous ce titre se range principalement le coût du personnel enseignant (professeur, superviseur, moniteur) impliqué au moment de la distribution du cours. Les autres coûts de personnel tel que opérateur, programmeur, analyste, secrétaire..., sont comptés dans les coûts décrits précédemment.

L'ordinateur, outil dans les mains du pédagogue, lui permet de se libérer des tâches routinières (corrections, exercices répétés) et donc le rend plus disponible. A cause de cela, les coûts peuvent se trouver modifiés:

- le professeur, plus libre, peut s'occuper de plus d'élèves;
- le rôle de moniteur, dans certains types d'utilisation, peut être confié à des personnes de qualification moindre (étudiants en fin d'études, professeurs stagiaires ou débutants).

Du niveau élémentaire au niveau universitaire, l'élève accroît son "autonomie" dans le travail: il est de plus en plus apte à s'organiser lui-même; dans un enseignement individualisé et, en particulier, dans un enseignement utilisant l'ordinateur, la nécessité de la présence d'un professeur auprès de l'élève va en diminuant; donc, le rapport nombre de professeurs/nombre d'élèves décroîtra lui aussi. Ainsi, au niveau universitaire, l'utilisation de

l'ordinateur semble, comme l'affirment W. Dick et P. Gallagher [9] réduire la charge du personnel enseignant. Au niveau élémentaire, par contre, un tel gain ne paraît pas devoir être espéré pour l'instant (cf Projet PLAN).

1.8 Aperçu sur le coût actuel de l'enseignement

L'appréciation des coûts provoqués par l'introduction de l'ordinateur dans l'enseignement ne peut être portée sans faire référence au coût actuel de l'enseignement au Québec.

Voici un tableau fournissant les coûts globaux pour les trois niveaux élémentaire, secondaire et collégial. Ils sont établis en dollars par élève pour une année. On donne aussi le montant et le pourcentage allant au personnel enseignant.

NIVEAU D'ENSEIGNEMENT	COUT GLOBAL PAR ELEVE	COUT DU PERSONNEL ENSEIGNANT	
		coût	pourcentage
Elémentaire 71-72 [21]	$ 570.	$263.	46%
Secondaire 71-72 [21]	$1,052.	$530.	50%
Collégial 70-71 [20]	$1,397.	$706.	50%

Fig. 16 - *Coût actuel de l'enseignement en dollars par élève, pour un an.*

Le coût du personnel enseignant représente, pour les trois niveaux, environ la moitié du coût global.

Par comparaison, l'enseignement au troisième niveau est évalué aux USA dans [11] à $667. dont 57.4% vont à l'enseignement proprement dit.

En divisant le coût global donné dans le tableau ci-dessus par le nombre d'heures de cours que suivent les élèves aux différents niveaux, on obtient un coût total horaire par élève qui peut représenter un point de comparaison intéressant:

NIVEAU D'ENSEIGNEMENT	NOMBRE D'HEURES DE COURS PAR AN	COUT HORAIRE PAR ELEVE
Elémentaire	900 hres	$ 0.63
Secondaire	975 hres	$ 1.08
Collégial	891 hres*	$ 1.57

17 - *Nombre annuel d'heures de cours et coût horaire par élève pour l'enseignement aux trois premiers niveaux* [22, 23].

---

* Ce chiffre est une approximation utilisant les données ci-dessous:

- 2 sessions normales de 82 jours chacune, soit 164 jours ou environ 33 semaines.
- Les cours pour l'enseignement général représentent environ 25 h/semaine et, pour l'enseignement professionnel, environ 29h/semaine.

On a pris une moyenne de 27h/semaine pendant 33 semaines.

Voici, pour préciser, les dépenses enregistrées aux trois niveaux à des postes où la technologie de l'enseignement intervient principalement. Ces dépenses pourraient éventuellement être affectées par l'utilisation de l'ordinateur.

	MATERIEL DIDACTIQUE		BIBLIOTHEQUE, AUDIO VISUEL		LABORATOIRE		INFORMATIQUE	
	COUT ANNUEL	% DU COUT GLOBAL	COUT ANNUEL	% DU COUT GLOBAL	COUT ANNUEL	% DU COUT GLOBAL	COUT ANNUEL	% DU COUT GLOBAL
ELEMENTAIRE	$12.37	2.17	$ 7.05	1.24	– –	– –	– –	– –
SECONDAIRE	$19.28	1.84	$ 22.42	2.13	$ 23.09*	2.20	– –	– –
COLLEGIAL	– –	– –	$81.45	5.8	$72.50	5.2	$34.90	2.5

Fig. 18 - *Coût et pourcentage par rapport au coût global de postes "technologiques" en $/élève-année* [20,21].

---

* Laboratoires réguliers et professionnels.

CHAPITRE 2

EVALUATION DES COUTS POUR LE MODE: *INSTRUMENT DE LABORATOIRE*

2.1 Utilisation de l'ordinateur comme *appareil électronique*

Il s'agit ici d'utiliser l'ordinateur, ou un appareil simplifié, pour l'étude de circuits logiques, de câblage etc... Un tel instrument est à ranger dans la catégorie des appareils pour les laboratoires d'électricité, électronique, physique etc... et son choix doit suivre les mêmes critères que celui des instruments analogues, appareils de mesure ou appareils d'expériences.

A la limite, le coût peut même être nul (don de matériel désuet par certaines compagnies pour l'apprentissage des techniciens).

Ce type d'emploi ne modifie ni les méthodes, ni l'organisation de l'enseignement.

2.2 Utilisation de l'ordinateur comme *calculateur*

On peut distinguer deux types d'emploi dans cette catégorie:
- utilisation d'un ordinateur en mode conversationnel,
- utilisation de calculatrices ou de mini-ordinateurs indépendants.

2.2.1 Ordinateur en mode conversationnel.

a) Description

Il s'agit de faire effectuer certains calculs par l'ordinateur; l'élève utilise un langage de niveau élevé, ou un de ses sous-ensembles. Une console peut desservir plusieurs étudiants qui l'utilisent successivement. Le code est souvent bref et les résultats à fournir sont limités (sortie par console ou mini-imprimante). Le temps de calcul dépend de la complexité du programme, qui peut être très variable. Le temps-machine (temps CPU) est assez minime par rapport au temps de connexion: l'entrée manuelle des données et l'impression des résultats (en cas de sortie sur papier) est lente. Le rapport: temps CPU/temps de connexion varie de 1/50 à 1/1000 suivant la puissance de la machine et le genre des programmes qu'on lui soumet.

b) Exemples

En février 1968, d'après Hickey [15], le service de temps partagé de Dartmouth, desservant surtout des établissements scolaires, donnait un rapport moyen calcul/connexion de 1/144 pour des séances d'une durée moyenne de 16 minutes.

A l'heure actuelle, le système ITF à SIMEQ a un rapport de 1/960 environ*.

---

* La grande rapidité de l'ordinateur de SIMEQ, explique en grande partie ce chiffre assez faible.

2.2.1 ...

On a vu (cf 1.2.3.) des coûts de systèmes en temps partagé et, en particulier, celui du service DTSS de Dartmouth. Dans ce système, pour une session d'une heure ayant entraîné 20 secondes de temps CPU, sans rangement de fichiers, on obtient le coût d'ordinateur suivant:

connexion	:	\$ 5.25
temps CPU	:	\$ 3.00
total	:	\$ 8.25

En comparaison, le coût analogue (i.e. en excluant les coûts de terminal et de télécommunication) du système ITF à SIMEQ peut être évalué à environ \$1.80/h. Il faut cependant noter que ITF offre moins de puissance et de possibilités que DTSS.

c) Evaluation de coût en conversationnel.

Le coût de ce type d'utilisation comprend principalement l'ordinateur, le terminal et éventuellement les télécommunications. Le coût du "software" peut, dans ce cas, être considéré comme inclus dans le coût de l'ordinateur.

On obtient les chiffres indicatifs suivants par heure d'utilisation:

coût d'ordinateur	:	\$1.50 à \$ 6.00
location du terminal	:	\$1.00 à \$ 3.00
		\$2.50 à \$ 9.00
+ télécommunications	:	\$0.00 à \$ 3.00
total :		\$2.50 à \$12.00 par heure.

2.2.2 Calculatrices ou mini-ordinateurs.

On perd avec ce matériel la puissance de l'ordinateur mais on y gagne la souplesse d'emploi que procure un instrument indépendant, sans frais et ennuis de télécommunications.

L'achat d'un tel appareil représente de $3,000 à $15,000. L'amortissement sur 5 ans serait donc de $600 à $3,000. Pour une utilisation de 800h/an on obtient un *coût horaire de $0.75 à $3.75.*

2.3 Utilisation de l'ordinateur comme *automate*.

Dans ce type d'utilisation de l'ordinateur, les étudiants écrivent des programmes et les font passer sur un ordinateur (calculs scientifiques, enseignement de l'informatique).

L'ordinateur peut être sur place ou à distance. Dans le premier cas il est de taille moyenne ou petite, et ce travail ne représente qu'une partie de sa charge. Dans le deuxième cas, on peut l'utiliser :

- soit en mode "conversationnel": introduction des programmes manuellement par l'élève; sorties sur le terminal ou sur mini-imprimante;
- soit en mode "traitement par lots à distance" ("remote-batch"). Nécessité: perforation de cartes ou de rubans, terminal lourd.

2.3 ...

Là encore, il est difficile de donner un coût moyen, tellement la différence de coûts peut être grande, même entre deux programmes de longueur comparable.

En conversationnel, les tarifs donnés pour l'utilisation en mode *calculateur* sont encore valables*. Le mode *automate* peut entraîner des compilations plus importantes (temps CPU plus élevé) et des rangements dans des bibliothèques de programmes plus vastes.

L'utilisation en conversationnel permet d'introduire directement les données au terminal, évitant ainsi les coûts de perforation. Par contre, la souplesse du système provoque des échanges plus nombreux entre l'élève et l'ordinateur, accroissant ainsi la charge, donc le coût.

On peut, pour donner un ordre de grandeur, évaluer que le coût de passage d'un programme s'élève de quelques dixièmes de dollars à quelques dollars.

2.4 <u>Utilisation de l'ordinateur comme *simulateur*.</u>

On peut distinguer deux types de programmes de simulation:

i) programmes utilisés en mode conversationnel.
Par l'intermédiaire d'un terminal, l'élève fournit des données ou des paramètres au programme qui lui retourne les résultats provenant de la simulation. L'élève travaille "en temps réel" par rapport à la simulation.

---

* Paragraphe 2.2.1 coût global de $2.50 à $12.00/h.

ii) programmes en "batch" ou "remote-batch".
Les données sont fournies par cartes, bandes, rubans perforés et les résultats sortent en temps différé sur imprimante, traceur de courbes...

Dans chacun de ces cas, il n'y pas de différence de principe entre un programme de simulation et un programme de traitement traditionnel.

Les coûts sont extrêmement étalés. Ils peuvent être négligeables ou atteindre plusieurs dizaines de dollars à chaque utilisation du programme. A travail égal, un programme en traitement par lots reviendra en général moins cher cependant qu'un programme traité en mode conversationnel.

En règle générale, l'insertion d'une simulation dans un cours en *mode tutoriel* ou *gestion de cheminement* provoque un accroissement du coût; mais on peut ainsi remplacer des expériences réelles encore plus coûteuses ou même irréalisables pratiquement dans un petit laboratoire. Cet accroissement est dû à deux facteurs:

- l'écriture d'un programme de simulation est du même genre que celle d'un programme de calcul scientifique. Elle est longue et délicate.
- un programme de simulation requiert en général plus de travail de l'ordinateur qu'une portion de cours en *mode tutoriel*, par exemple.

2.5 Utilisation de l'ordinateur comme *instrument de recherche pédagogique*.

On ne donnera pas ici d'évaluation des coûts entraînés par l'utilisation de l'ordinateur comme *instrument de recherche*; ces coûts sont trop variables.

Ce sont, souvent, des travaux informatiques "classiques" comme, par exemple, des traitements statistiques de résultats. On retrouve alors les coûts habituels de l'informatique de gestion.

Il peut s'agir aussi d'expériences portant sur l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement, comme par exemple la comparaison entre deux méthodes de présentation d'information ou d'analyse des réponses de l'élève. Dans ce cas, le coût de distribution du cours correspond à celui du mode considéré (coût d'ordinateur, du terminal, des télécommunications...). Par contre le coût d'écriture du cours expérimental sera amorti sur un petit nombre d'utilisateurs seulement. Il est normal de considérer alors le coût global de l'expérience plutôt qu'un coût par élève ou par heure, qui perd ici son sens.

CHAPITRE 3

EVALUATION DES COUTS POUR LE MODE: *INSTRUMENT DE GESTION PEDAGOGIQUE*

3.1 Utilisation de l'ordinateur comme *banque d'information*.

3.1.1 Présentation

L'utilisation de l'ordinateur comme banque d'information n'est pas spécifique du domaine de l'éducation. Du point de vue du coût, l'utilisation de l'information traitée n'importe pas, bien sûr, et il en coûtera autant de trier des objectifs pédagogiques que des titres de volumes, dans la mesure où l'ordinateur aura un travail analogue à effectuer.

Les références dont on dispose concernent en majeure partie des banques d'information sur de la documentation pédagogique et particulièrement sur les livres.

3.1.2 Evaluation des coûts

Les coûts sont difficiles à préciser dans ce mode d'emploi. Il y a lieu de distinguer l'utilisation en *traitement par lots*, en *traitement par lots à distance* et en *conversationnel*. Ce dernier mode est de plus en plus employé. Il nécessite, par poste d'interrogation,

un terminal qui peut être simple (télétype ou écran cathodique) et éventuellement l'usage de télécommunications.

Le coût de l'ordinateur est dû surtout à l'obligation de garder le système disponible toute la journée (occupation de l'unité centrale) et de gérer des fichiers très importants (gros volumes en mémoire auxiliaire).

Le coût annuel par poste d'interrogation dans un système conversationnel utilisé toute l'année peut, en conséquence, être évalué grossièrement entre $1,500 et $5,000. Les dépenses de fonctionnement et de personnel seraient à ajouter.

3.2 Utilisation de l'ordinateur pour l'*évaluation*.

Il faut distinguer ici, deux types d'évaluation avec ordinateur, très différents du point de vue informatique. L'un en *temps réel* avec des terminaux conversationnels, l'autre en *temps différé* par cueillette des résultats, perforation sur cartes par exemple, puis traitement par lots.

Les calculs sont en général assez peu volumineux dans les deux cas, à moins de traitements statistiques élaborés. On évaluera ci-dessous le coût de traitement par ordinateur. Il faudrait donc ajouter à ces coûts l'amortissement de la préparation des questionnaires ou des programmes d'évaluation.

3.2.1 Traitement en temps différé

On peut donner l'exemple du programme de correction d'examens au niveau secondaire utilisé à SIMEQ sur l'IBM/370-165.

Ce programme a permis de traiter en 1972 environ 2,300,000 feuilles de réponses dont 1,220,000 correspondaient à des tests objectifs. Pour ceux-là le programme faisait la correction; pour les autres, il compilait le résultat fourni. Les opérations suivantes ont été nécessaires:

	coût par feuille
- Achat des feuilles (1 questionnaire par feuille) $17,875 pour 2,750,000 feuilles.	$0.0065
- Pré-impression des feuilles: 600h d'imprimante, avec temps CPU	$0.0012
- Lecture automatique des feuilles: 7 lecteurs optiques pendant 3 mois	$0.0091
- Opération des lecteurs optiques: en moyenne, 1 personne par lecture.	$0.0032
- Analyse et écriture des programmes de correction et de validation: 15 jours d'analyse, 6 semaines d'écriture et de test.	$0.0006
- Exécution des programmes: validation: 800 secondes CPU pour 120,000 feuilles.	$0.0027
correction: 15 minutes CPU pour 1,220,000 feuilles.	$0.0003
total:	$0.0236

Pour obtenir un coût global du traitement sur ordinateur, il faudrait ajouter d'autres coûts tels que

analyse et programmation pour le programme de pré-impression, administration et gestion des traitements informatiques qui porteraient ce total partiel à quelques 3¢ de la feuille d'examen corrigée.

De plus, d'importants frais de manutention (réception, tri, expédition...) ou de contrôle manuel ont dû être assurés. Estimés de $160,000 à $180,000 dans ce cas, ils portent le coût global de correction à 10 ou 11¢ pour chaque feuille de réponse.

Cet exemple nous semble représentatif d'un système de correction automatisé assez important. On peut remarquer que le coût isolé des passages sur ordinateur est relativement faible dans ce cas. Les manutentions entraînent environ les 2/3 des frais.

On retiendra pour ce genre d'utilisation le coût moyen approximatif de 10 à 15¢ pour la correction automatique d'un questionnaire d'une cinquantaine de questions, le coût d'écriture des tests n'étant pas compris dans ce chiffre.

3.2.2 Traitement en temps réel

Le mode de travail de l'ordinateur, pendant le test, est ici comparable à celui du mode *instrument d'enseignement*. Par le terminal, l'élève reçoit les questions et fournit sa réponse.

La durée d'un test varie d'un élève à l'autre et

on peut donner une idée du coût par temps passé au terminal.

Comme on le verra dans la section *instrument d'enseignement**, un test demandant une moyenne de 30 minutes de présence au terminal entraînera un coût de $1. à $3.

3.3 Utilisation de l'ordinateur pour la *gestion de cheminement.*

3.3.1 Premier exemple (non conversationnel) : le projet PLAN.

a) Description

Un des exemples les plus élaborés de *gestion de cheminement* est le système PLAN de Westinghouse Learning Corporation.

Dans une première approche, le système fonctionne, aux USA, sur un ordinateur central (IBM 370/155, à l'heure actuelle) auquel sont reliées les écoles. L'ordinateur est situé à Iowa City.

En général, une école dispose d'un terminal capable de lire des cartes marquées manuellement ("mark-sensing", 12 cartes/minute) et d'une console de type machine à écrire qui sert d'imprimante.

Les terminaux sont reliés à l'ordinateur par des lignes à 4800 bauds. Au nombre maximum de 33, ils sont

---

* cf chapitre 4.

répartis dans les Etats-Unis. Le nombre total d'élèves impliqués en 1970 est d'environ 30,000 dans 79 écoles [35].

Chaque jour, l'élève remplit une carte indiquant sa progression dans "l'unité" de matière qu'il étudie. Au moins une fois par "unité", il répond, toujours sur cartes à un test. L'étudiant prend environ trois semaines pour terminer une "unité".

L'ensemble de ces cartes est lu et traité dans la soirée: ceci requiert quatre heures de traitement*. Les rapports sont envoyés aux écoles dans le courant de la nuit.

Le traitement est relativement simple puisqu'on ne conserve pas d'enregistrement de tous les résultats des élèves (pour fin d'études statistiques, par exemple); on note seulement s'ils ont terminé leur "unité".

b) Coût**

1) Pour l'installation, il serait demandé $50/élève durant la première année.

Pour couvrir les coûts de:

- matériel (ordinaire et terminal),
- télécommunication,
- programmes,
- documents pédagogiques,

Westinghouse demande $100/élève par année.

---

* Le programme occupe 200K en mémoire.

** Nous ne disposons pas du détail des coûts indiqués.

ii) Pour un client de PLAN (500 élèves environ) durant l'année 71-72 (année scolaire de 180 jours), une autre source d'information permet de préciser ces chiffres.

- coûts de fonctionnement.

Chaque terminal coûte $825/mois (télécommunications incluses). Pour deux terminaux utilisés, on obtient un coût mensuel par élève de $3.30 à ce titre.

Voici alors les coûts de fonctionnement:

terminal-télécommunication	$ 3.30
ordinateur	$ 2.80
cours, matériel d'enseignement	$ 6.00
	$12.10

soit, pour neuf mois: $108.90/élève.

- coûts d'installation:

coût forfaitaire : $5000
coût par élève : $ 5

ce qui fait $15 par élève.

Notons que la formation du personnel est à ajouter aux coûts d'installation:
$500 pour 10 jours de formation pour un administrateur,
$300 pour 5 jours de formation, par professeur.

iii) *On peut retenir, en résumé, le coût de fonctionnement d'environ $110/élève pour une année pour le projet PLAN.*

Rapport LPI, 1973, tome II

Il faut noter que ces coûts sont additionnels: l'organisation des cours est différente, bien sûr; les professeurs ne sont pas affectés à des classes comme dans l'enseignement traditionnel; mais, globalement, le nombre d'enseignants demeure à peu près le même.

Ceci est vrai pour le système considéré qui à l'heure actuelle concerne l'élémentaire, pour chaque matière, à tous les niveaux. Mais, dans une population scolaire plus âgée, les besoins en personnel enseignant ne devraient pas être les mêmes, l'élève pouvant acquérir une autonomie de plus en plus grande.

c) Evolution

Westinghouse développe une nouvelle organisation pour son système, où les écoles ne dépendent plus d'un ordinateur central. Ceci semble naturel à cause du coût des télécommunications et de la saturation rapide de l'ordinateur. Il s'agit d'utiliser des ordinateurs locaux de taille modeste (HP 2000), desservant un nombre restreint de terminaux, par exemple une dizaine.

Le lecteur de cartes utilisé serait plus rapide (400 cartes/minute contre 12 pour le modèle signalé ci-dessus); son coût d'achat serait de $10,000, soit un loyer d'environ $2,000 par an.

Le coût de $100/élève par année daterait déjà et il serait prévu qu'avec la nouvelle approche et une extension du système, ce coût baisse sensiblement.

3.3.2 Analyse du coût dans le mode *gestion de cheminement* (non conversationnel)

a) Coût d'ordinateur

Un petit ordinateur destiné à desservir, dans ce mode, 10 terminaux et environ 3000 élèves peut revenir à environ $35,000 de location par an ($3,000 par mois).

Les dépenses de fonctionnement et de personnel attaché à l'ordinateur augmentent environ ce prix de 50%.

Un tel ordinateur ne serait certainement pas saturé par cette utilisation. Il pourrait être rentabilisé en offrant d'autres services. On peut donner $35,000 par an comme ordre de grandeur du coût de revient de l'ordinateur, en incluant les dépenses de fonctionnement.

b) Coût des terminaux

Le coût de $825/mois, demandé par PLAN pour chaque terminal nous paraît élevé. Ceci est vraisemblablement dû aux coûts de télécommunications qui doivent être considérables dans le système adopté (centralisé). Les terminaux eux-mêmes, lecteur de cartes et machine à écrire devraient entraîner une location d'environ $450/mois, soit $5,400/an.

L'adoption d'une installation décentralisée doit réduire, sinon éliminer, les coûts de télécommunications qu'on ne fera pas intervenir ici.

c) Coût total du matériel

Si on admet qu'une station terminale dessert 300 élèves (soit, pour l'ordinateur, 3000 élèves), on obtient les coûts suivants (par année):

ordinateur	: $ 3,000
terminaux	: $ 5,400
total	: $ 8,400
soit, par élève-année	: $ 28

d) Coût total par élève

Ajoutons aux coûts ci-dessus:

- la location du programme de cours (courseware): $54/an*

- les documents pédagogiques: $9/an (chiffre de PLAN)

on obtient un total de $91 par élève et par année.

Une évaluation globale de *$90 à $100 par élève par année* semble réaliste et correspond aux chiffres rencontrés.

3.3.3. Deuxième exemple (conversationnel) au niveau universitaire.

A l'autre extrémité de l'échelle scolaire, une expérience en mode *gestion pédagogique* a été faite à Florida State University [9]. Le cours était semes-

---

* Le chiffre cité par PLAN est de : $6/mois. Une diffusion importante d'un programme de cours serait susceptible d'abaisser ce coût, qui représente presque la moitié du coût global.

triel et de trois crédits. Il a été donné à 39 étudiants. Voici un résumé de l'évaluation détaillée du coût:

a) Coût de développement:		
développement du cours *CMI*	$ 1,400	
codage *CAI* et introduction du cours dans l'ordinateur	$ 7,817	
secrétariat	$ 80	
Total	$ 9,297	$ 9,297
b) Coût de fonctionnement:		
- documentation		
livres	$ 264	
reproduction	$ 80	
Total	$ 344	
- enseignement		
publication du guide	$ 150	
assistants (étudiants)	$ 1,760	
professeur (1/10 du temps)	$ 450	
Total	$ 2,360	
- ordinateur	$ 865	
coût total de fonctionnement:	$ 3,569	$ 3,569
Coût total du projet:	$12,866	$12,866

Les auteurs concluent en affirmant que le coût d'opération de ce cours représente la moitié ou même le tiers du cours traditionnel correspondant.

Rapport LPI, 1973, tome II

Voici quelques remarques au sujet de ces chiffres:

- Il s'agit d'un cours de niveau universitaire. Dans le cadre actuel d'enseignement, il est déjà assez coûteux.

- Si on compte un amortissement de trois ans pour le cours universitaire (le sujet était: techniques de l'enseignement programmé), on obtient le chiffre de $3,100/an. Pour un nombre de 60 élèves par semestre, soit 120 par an, on aurait un coût de $26 par élève.

  Le coût de fonctionnement étant d'environ $60/élève, on obtient le total de $86/élève pour trois crédits (45 heures de cours).

- Le temps passé au terminal a été de 4.4h en moyenne par étudiant. Le rapport de temps d'ordinateur (en ligne) sur le temps total est donc de l'ordre de 1/10, ce qui est un chiffre courant.

  Il faut noter que les élèves sont ici en interaction directe avec l'ordinateur, à la différence du projet PLAN mentionné plus haut.

3.3.4 Analyse du coût dans le mode *gestion de cheminement* (en conversationnel).

En mode conversationnel, l'utilisation du type *gestion de cheminement* est proche de celle correspondant à *instrument d'enseignement* en mode *exercices répétés*: l'élève va régulièrement devant le terminal pour communiquer au programme de cours ses progrès et recevoir recommandations ou tests.

On verra plus loin au paragraphe 4.1.3 que pour 10 minutes d'interaction journalière avec le programme de cours, le coût ordinateur - terminal peut être évalué à $56/an par élève.

Le programme de cours aura un coût semblable ou légèrement supérieur au cas précédent; on prendra ici un coût de $55. On obtient alors:

ordinateur-terminaux ("software"inclus)	:$56
programme de cours	:$55
documents pédagogiques	:$10

Soit, télécommunications exclues, un total de $121. On peut, dans ce cas, citer un chiffre global de $130 à $140/an par élève.

CHAPITRE 4

EVALUATION DES COUTS POUR LE MODE : *INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT*

4.0 Introduction.

C'est le mode d'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement sur lequel s'est écrit le plus d'articles ou de livres.

Cette information ne montre pas une convergence des évaluations et, même dans le cas d'utilisations assez homologues, les coûts indiqués peuvent aller du simple au double ou même au triple.

L'écart devient considérable lorsqu'on introduit les coûts des systèmes en projet ou en cours de développement; surtout si on écoute le promoteur du projet.

Les coûts des systèmes en projet les plus "optimistes" et les coûts actuels courants sont dans le rapport de 1 à 10. ($0.35/h à $3.50/h).

Les trois types d'utilisation de l'ordinateur classés dans la catégorie *instrument d'enseignement* sont rangés par ordre croissant de degré d'élaboration du point de vue pédagogique. Du point de vue des coûts, l'ordre croissant est le même car le temps d'interaction entre l'élève et l'ordinateur croît, ainsi que la difficulté et le temps de préparation des cours.

A l'aide des données du premier chapitre on présentera une estimation du coût de quelques utilisations "typiques" de l'ordinateur dans ce mode. On prendra ensuite un exemple d'implantation pour y joindre les coûts de télécommunications.

4.1 Utilisation du matériel informatique

4.1.1 Le terminal

Lorsque l'ordinateur est utilisé comme *instrument d'enseignement*, l'élève se présente au terminal pour une session qui dure en général de dix à trente minutes. En raison de l'attention requise de la part des élèves et pour permettre leur succession à un rythme satisfaisant devant le terminal, les sessions non-expérimentales durent rarement plus longtemps. On peut admettre que, durant une heure, il passera de 2 à 6 élèves devant le terminal.

Si on suppose que le terminal sert huit heures par jour, il sera utilisé par un maximum de 40 élèves et, pour une semaine de cinq jours, par 200 élèves. On prendra, pour nos calculs, un taux d'utilisation effective de 6 heures par jour. En tenant compte des retards, du temps entre chaque élève, le taux réel de connexion serait plus élevé, 7 à 8 heures par exemple.

Supposons alors que l'on désire que, chaque jour, l'élève travaille au terminal. On obtient alors le nombre d'élèves pouvant être desservis par un terminal, suivant

la cadence de passage:

- pour 2 élèves par heure : 12 élèves par terminal;
- pour 6 élèves par heure : 36 élèves par terminal.

On peut considérer que le rythme de six élèves par heure convient assez bien au type d'utilisation *exercices répétés*. Le rythme de deux élèves par heure est mieux adapté pour l'enseignement de type *tutoriel* et *non-directif*.

4.1.2 L'ordinateur.

Du point de vue de la charge imposée à l'ordinateur, il ne semble pas y avoir de grosse différence entre les trois types d'utilisation comme *instrument d'enseignement* : les *exercices répétés* utilisent moins de temps-machine mais il y a plus de réponses de l'élève qu'en mode *tutoriel* ou *non-directif*.

4.1.3 Coût: ordinateur et terminal ("software" inclus)

Ceci permet d'évaluer pour les trois modes*(exercices répétés, tutoriel* et *non-directif)* une approximation du coût représenté par le matériel, à savoir l'ordinateur et les programmes d'une part, les terminaux d'autre part.

a) D'après les chiffres cités dans le paragraphe 1.2.7, on peut prendre un coût d'ordinateur de $1,000 par terminal pour l'année scolaire, le programme de sup-

port étant inclus.

b) Comme coût du terminal, on peut prendre le chiffre de $1,000 (cf paragraphe 1.1)

c) On obtient un coût annuel de $2,000. A raison de six heures par jour et 20 jours par mois (1,080 h/an) on arrive à un coût horaire de $1.85/heure par élève.

d) Par élève et par année, on obtient donc les coûts suivants pour l'ordinateur et les terminaux ("software" inclus):

2 élèves/heure : $ 167 par élève
6 élèves/heure : $ 56 par élève

4.2 Ecriture des cours (cf paragraphe 1.5).

4.2.1 Population élève

Il est nécessaire, pour calculer l'amortissement d'un cours, de connaître le nombre d'élèves qui l'utiliseront, soit:

- le nombre d'élèves chaque année,
- le nombre d'années d'emploi du cours.

On peut supposer qu'un cours de bonne qualité puisse servir pendant plusieurs années. Mais il devra être amélioré, modifié en fonction de nombreux paramètres: réaction des élèves, réaction des professeurs, modifica-

tion de programmes. Si ces améliorations ne sont pas apportées, le cours sera progressivement délaissé pour un nouveau; si elles le sont, le coût d'entretien du cours interviendra et compensera le gain obtenu en n'en écrivant pas de nouveau. On peut avancer une durée de *cinq ans* d'amortissement, comme pour le matériel, pour établir un coût approximatif.

Pour les calculs, on prendra trois hypothèses différentes pour ce qui est de la diffusion du cours: 100 élèves/an, 1,000 élèves/an et 10,000 élèves/an. Soit pour cinq ans: 500, 5,000 et 50,000 élèves.

4.2.2. Temps d'écriture

On va évaluer le temps d'écriture du cours indépendamment de sa diffusion. Ce sont, en fait, deux variables qui sont certainement dépendantes; il serait cependant très difficile d'en rendre compte.

Pour les trois types d'utilisation considérés (*exercices répétés*, *tutoriel* et *non-directif*), le temps d'écriture est sensiblement différent. Dans les *exercices répétés*, on peut facilement créer beaucoup d'exemples différents à partir d'une même structure d'exercice: deux nombres à additionner, un verbe à conjuguer à un certain temps, etc... . Dans le *mode tutorial*, cet avantage disparaît en grande partie. En *mode non-directif*, le programme de cours est encore plus long à préparer que celui de *mode tutoriel*.

4.2.3 Coût des programmes de cours.

D'après les chiffres cités au paragraphe 1.5.1 on retiendra les coûts suivants:

- pour le mode *exercices répétés*: $500 par heure de cours;
- pour le mode *tutoriel*: $1,500 par heure de cours.

Reprenons les chiffres d'utilisation de l'ordinateur par élève (180 jours par an):

- pour 10 minutes par jour:
  1,800 minutes = 30 heures de cours
- pour 30 minutes par jour:
  5,400 minutes = 90 heures de cours.

D'où les coûts suivants pour des cours à prendre durant une année scolaire:

- pour le mode *exercices répétés* : $ 15,000
- pour le mode *tutoriel* : $135,000

En comptant un amortissement de 5 ans, on obtient un coût annuel de $3,000 pour le cours en mode *exercices répétés* et $27,000 pour le cours en mode *tutoriel*.

Compté par élève et par année, le coût des cours est alors le suivant:

TYPE DU PROGRAMME DE COURS	COUT ANNUEL DU COURS	COUT PAR ELEVE SELON LA DIFFUSION		
		100 ELEVES/AN	1,000 ELEVES/AN	10,000 ELEVES/AN
Exercices répétés	$ 3000	$ 30	$ 3.00	$ 0.30
Turoriel	$27000	$270	$27.00	$ 2.70

Fig. 19: *Coût d'amortissement des programmes de cours.*

4.3 Coût global.

4.3.1 Hypothèses restreintes

En faisant les hypothèses suivantes:

- coût de télécommunications nul à cause de la proximité de l'ordinateur (élèves d'une même ville avec un ordinateur dans cette ville, par exemple)
- même nombre de professeurs que pour l'enseignement traditionnel,

on obtient le coût par année pour chaque élève, en fonction de la diffusion des cours. Ce coût est présenté dans le tableau de la page suivante.

TYPE DE PROGRAMME DE COURS	COUT ANNUEL ET HORAIRE PAR ELEVE SUIVANT LA DIFFUSION DU COURS					
	100 ELEVES/AN		1,000 ELEVES/AN		10,000 ELEVES/AN	
	par an	par heure	par an	par heure	par an	par heure
exercices répétés(10 minutes/jour par élève)	$ 86	$2.87	$59	$1.97	$56	$1.87
tutoriel(30 minutes/jour par élève)	$437	$4.85	$194.	$2.16	$170.	$1.89

Fig. 20 *Coût pour chaque élève d'un cours en mode instrument d'enseignement (comprenant: terminaux, ordinateur, programmes, cours et fonctionnement), par année et par heure.*

4.3.2 Evaluation des coûts pour un exemple d'implantation.

Pour avoir une évaluation tenant compte des télécommunications, il faut prendre un cas particulier. Supposons qu'au Québec, une installation desserve des élèves de l'élémentaire dans trois villes: Québec, Montréal et Chicoutimi*. Au point de vue des télécommunications, ceci constitue un cas favorable puisque ces villes sont déjà reliées par le réseau téléphonique Telpak.

---

* Une installation plus étendue ne serait certainement pas envisagée ainsi.

Supposons que l'on veuille desservir:

à Montréal	:	1,300 élèves
à Québec	:	500 élèves
à Chicoutimi	:	200 élèves
total	:	2,000 élèves

et qu'on offre le service de six cours différents (un cours par niveau) en *exercices répétés*. Chaque jour, 36 élèves vont au même terminal.

a) Nombre de terminaux requis:

à Montréal	:	37
à Québec	:	14
à Chicoutimi	:	6
total	:	57

soit, globalement, une *dépense annuelle de $57,000* pour les terminaux ($1,000 par terminal).

b) Ordinateur et programmes de support:

$57,000 par an ($1,000 par terminal).

c) Télécommunications:

Comme on l'a vu au premier chapitre (paragraphe 1.3.2), on pourrait utiliser des concentrateurs de lignes.

i) Entre Québec et Montréal on peut utiliser ainsi deux lignes à 2400 bauds*. L'une desservira 18 terminaux et l'autre 19:

1e ligne (18 terminaux): $1,560/mois
2e ligne (19 terminaux): $1,590/mois.

ii) Entre Québec et Chicoutimi, une ligne suffit:
6 terminaux : $1,320/mois.

iii) A Québec même, on ne comptera que les modems en supposant que le réseau gouvernemental soit utilisé:

pour 14 terminaux : $ 490/mois (28 modems).

On obtient un total mensuel de :$4,960.

Pour obtenir un coût annuel, on ne comptera que neuf mois de location pour la période des classes - soit *$44,640/an.*

d) Cours: six cours différents, de 30 heures par an, pour les 2,000 élèves (amortissement de cinq ans) coûteront chacun $500 par heure de cours.

Coût total	:	$90,000
coût global par an	:	$18,000
coût par élève, par an	:	$ 12

---

* Il y aurait en fait la possibilité d'utiliser dans ce cas une seule ligne à 4800 bauds. Nous conserverons cependant cette approche qui nous semble plus représentative d'une utilisation reposant sur un réseau.

e) D'où le *coût global* par an:

- terminaux	: $ 57,000
- ordinateur et "software"	: $ 57,000
- télécommunications	: $ 44,640
- programmes de cours	: $ 18,000
total	: $176,640

soit: *coût par élève : $88.32/an*
$ 2.95/heure au terminal.

f) Ces chiffres appellent des commentaires:

- Il s'agit d'un exemple présentant l'évaluation d'une première implantation et non pas d'un système ouvert à tous les élèves du primaire.
- On a estimé une utilisation faible des terminaux, puisque leur location n'est amortie que sur les six heures d'utilisation décrite (occupation réelle de 7 à 8 hres).
- Une remarque identique est à faire sur le coût de location des lignes. On n'a cependant compté que neuf mois de location, hypothèse qui serait à revoir dans un système réel.
- Le coût global des six cours représente $90,000 pour 180 heures de cours.
- Le gain réalisé par ce procédé sur la charge de travail du personnel enseignant pourrait être sensible: à Montréal par exemple, la présence de 37 terminaux répartis dans quelques écoles permettrait de revoir l'organisation scolaire; et ce gain, même s'il ne se traduit pas nécessairement par un nombre décroissant de professeurs, se retrouverait dans la qualité accrue de l'enseignement et l'amélioration des progrès des élèves.

4.3.3 Conclusion.

Les chiffres cités dans 4.3.2, de même que les diverses évaluations citées par les auteurs (quand elles

ne proviennent pas de rapport d'expériences réelles) ou faites par nous-mêmes, sont obtenus à l'aide d'hypothèses et d'approximations; ils doivent être considérés comme tels.

Pour obtenir une évaluation plus précise, il faudrait bien définir les conditions d'utilisation de l'ordinateur dans le cadre du projet qui doit dépasser le stade expérimental ou semi-expérimental.

On peut alors espérer abaisser le coût obtenu dans l'exemple cité en 4.3.2. Un plus grand nombre d'élèves impliqués permettrait d'envisager plusieurs choix dans l'organisation du réseau de téléinformatique. En particulier un réseau satellisé pourrait permettre des gains dans le coût *ordinateur-télécommunication*.

Un tel réseau reposerait sur un ensemble d'ordinateurs moyens ou "mini" reliés par lignes rapides à un ordinateur central. Suivant la répartition des terminaux et le type d'utilisation, le rôle des ordinateurs satellites serait variable, pouvant aller de la simple concentration de lignes à la majeure partie du traitement. Dans ce dernier cas, l'ordinateur central serait surtout une vaste banque de données.

Le coût du terminal risque assez peu de subir des baisses spectaculaires. On peut plutôt espérer que, pour le coût du plus simple des terminaux actuels, on ait de plus en plus de possibilités.

Enfin, des réductions sur le coût d'amortissement des cours peuvent être espérées de pair avec leur diffusion.

C'est vraisemblablement par des améliorations dans ces directions que l'ordinateur deviendra, dans l'enseignement, un outil indispensable.

ANNEXES

On trouvera en annexe:

A - En guise de conclusion à ce tome, un tableau récapitulatif des évaluations faites ici pour les coûts des différents types d'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques.

Nous rappelons qu'il s'agit d'une évaluation de coûts *moyens* qui présentent plus d'intérêt que des extrêmes dont on est rarement sûr.

B - Un tableau récapitulatif des coûts, signalés par divers auteurs, de l'utilisation de l'ordinateur en mode de *instrument d'enseignement*. On pourra en noter la dispersion.

C - Une note relative à une expérience citée dans le tableau de l'annexe B, et qui fournit des renseignements supplémentaires sur cette expérience majeure.

D - Une copie des tarifs du service de temps partagé DTSS (Dartmouth Time-Sharing System).

TABLEAU RECAPITULATIF

COUTS MOYENS APPROXIMATIFS DE L'UTILISATION DE L'ORDINATEUR

A DES FINS PEDAGOGIQUES

- *a* : Terminaux
- *b* : Ordinateur
- *c* : Télécommunications
- *d* : Programmes ("software")
- *e* : Cours ("courseware")
- *f* : Fonctionnement
- *g* : Ressources humaines

CLASSIFICATION	postes comptés	postes non comptés	postes non concernés	COUTS & COMMENTAIRES
1. INSTRUMENT DE LABORATOIRE				
1.1 Appareil électronique			*a,c,d,e*	variable suivant appareil
1.2 Calculateur -ordinateur, mode conversationnel	*a,b,c,d,f*	*g*	*e*	$2.50 à $12.00 par heure d'utilisation
-calculatrices et mini-ordinateurs	*b,d,f*	*g*	*a,c,e*	$0.75 à $3.75 par heure d'utilisation
1.3 Automate	*a,b,c,d,f*	*g*	*e*	quelques dizaines de cents à quelques dollars par passage de programme
1.4 Simulateur				très variable
1.5 Instrument de recherche pédagogique				très variable

CLASSIFICATION	postes comptés	postes non comptés	postes non concernés	COUTS & COMMENTAIRES
2. INSTRUMENT DE GESTION PEDAGOGIQUE				
2.1 Banques d'information	*a,b,c,d,*	*f, g*	*e*	$1,500 à $5,000 par an, par poste d'interrogation
2.2 Evaluation -traitement par lots	*b,d,f,g*	*e*	*a,c*	10¢ à 15¢ par questionnaire
-traitement en conversationnel	*a,b,c,d,f*	*e,g*		$2 à $6 par heure
2.3 Gestion de cheminement	*a,b,c,d,e,f*	*g*		$90 à $140 par an et par élève
3. INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT*				
3.1 Exercices répétés	*a,b,d,e,f*	*c,g*		$1.80 à $ 3/heure par élève $55 à $90/an par élève
3.2 Enseignement mode tutoriel	*a,b,d,e,f*	*c,g*		$1.80 à $ 5/heure par élève
3.3 Enseignement mode non-directif	*a,b,d,e,f*	*c,g*		$170 à $450/an par élève

* Les télécommunications sont exclues des coûts présentés ici; pour un exemple les incluant, voir le paragraphe 4.3.2

Rapport LPI, 1973, tome II

ANNEXE B

COUT DE L'ORDINATEUR COMME INSTRUMENT D'ENSEIGNEMENT

(chiffres cités)

Entre parenthèses: coût partiel

Entre crochets : coût évalué autrement que par heure-élève.

ANNEE	AUTEUR	COUT	COMMENTAIRES
1965	E.B. Adams "The Computer Physics Instruction", 1965, cité par [14] et [7].	$3 - $5/heure-élève	IBM 1500
1967	Kopstein et Seidel [18]	$2.61/heure-élève	IBM 1500, 32 stations 10 h/jour, 24 jours/mois détail: hardware $2.04 software+cours $0.52 administration+supervision $0.05
1968	Carter, Walker (Booz Allen-Hamilton), cités par [31]	$2.27/heure-élève $2.53/heure-élève	Exercices répétés, population de 10,000 étudiants Mode tutoriel, population de 10,000 étudiants
1968	Committee for Economic Development, cité dans [7]	$1.15 - $3.08/heure-élève	Coût à ajouter à celui de l'enseignement conventionnel. Calculé pour 6 h/jour, 190 j/an.
1968	Stolurow [32]	($7.40/heure-élève) [$2,225/terminal-mois] ($1.95/heure-élève) [$585.15/terminal-mois]	Estimé à partir d'IBM 1401 Système IBM 1500, 32 terminaux, $18,725/mois à 300 h/mois; évaluation du coût ordinateur et terminal seulement

ANNEE	AUTEUR	COUT	COMMENTAIRES
1968	Zinn, cité par [19]	$2 - $15/heure-élève	
1969	Robert A. Seltzer [28], University of Michigan	($2.57)/heure-élève	Seulement pour temps terminal, ajouter: ordinateur, programme, cours, administration...
1969	Atkinson, Suppes, cités par [19]	*$1.80/heure-élève*	Tout *compris**
1970	Keith Hall [14]	$3.00/heure-élève	Référence à E.N. Adams (1965).
1971	Kiesling [16]	[$200/an-élève] [$343-400/an-élève]	Utilisation par l'élève à 10% de son temps Coût global de l'enseignement
1971	Miller [19]	$2 - $25/heure-élève $5 - $100/heure-élève	"Computerized Programmed Instruction" "On-line computer aids to learning & scolarship"
1972	Dunn, Wastler [10]	$3.17/heure-élève	Estimation pour un IBM 1500, 30 terminaux Utilisation: 9h/jour, 180 jours/an; ave 30 jours d'été: 51,30[illegible] h/a

* Ce coût semble faible.

ANNEE	AUTEUR	COUT	COMMENTAIRES
 1972 1970	CAI dans New-York City: Cité dans [2] Jamison, Suppes, Butler [33] - 1968-1969 - 1970-1971 (prévision)	 $3.73/heure-élève [$2,660/terminal-année] [$2,230/terminal-année]	RCA Spectra 70 + 192 terminaux Prévision de $3.17/heure-élève. Nombre moyen élèves/jour: 30 | 20 | 17.75 Coût par élève par année: $74 | $89 | $127
1972	Projet PLATO, Bitzer [12,4] PLATO III PLATO IV *prévision**	 $3 - $4/heure-élève $0.68/heure-élève $0.34/heure-élève	 CDC 1604 + 75 terminaux CDC 6400 + 1000 terminaux CDC 6400 ou 2 CDC 6500 + 4000 terminaux
1972	Eastern Kentucky Educational Development Corporation (EKEDC) cité dans [12] Mode: *exercices répétés*, 7 à 10 mn/jour	[$1612/terminal-année]	Fev 71: RCA 70/45 + 26 terminaux(ASR33) Fin 71, prévision: 64 terminaux détail: ordinateur $950 terminal $360 téléphone $102 2 cours $200 (personnel technique à ajouter)

* Prévision discutée; cf [29].

ANNEXE C

Dans [33], Suppes, Jamison et Butler donnent une évaluation des coûts et de l'efficacité d'un des plus grands systèmes d'enseignement par ordinateur fonctionnant à l'heure actuelle. En 1970-71, le système reposait sur un RCA Spectra 70 desservant 192 terminaux dans la ville de New-York pour une utilisation dans le mode *exercices répétés*. Voici les coûts annoncés (en milliers de dollars):

		1968-1969 COUT REEL	1970-1971 COUT PROJETE
		Milliers de dollars	Milliers de dollars
"Hardware"	:	190	190
Cours	:	20	20
Administration	:	80	52
Personnel	:	60	75
Télécommunications	:	130	70
Formation des professeurs	:	15	13
Divers	:	20	8
		575	428

Soit un coût global pour 1970-71 de $2,230/an par terminal. Si on en évalue l'utilisation à 1600 heures par an, on obtient un coût de $1.45/h par élève ce qui est remarquablement faible.

Cependant en juin 1972, Elmer Bartels [2] cite pour ce système les coûts de $3.73/heure par élève avec un espoir de voir ce coût descendre à $3.17 en utilisant plus intensivement le système. Nous ne possédons malheureusement pas de renseignements permettant d'expliquer cette différence. Bartels cite d'ailleurs ce chiffre comme un des plus bas rencontrés à l'heure actuelle.

ANNEXE D

TABLEAU DES COUTS DU SYSTEME DTSS

(Dartmouth Time-Sharing System)

RATES 07 FEB 73 15:47

SCHEDULE OF RATES
AS OF NOVEMBER 1, 1972

I. RATES FOR USING THE DARTMOUTH TIME-SHARING SYSTEM

	INSIDE	OUTSIDE	COMMERCIAL
TERMINAL SERVICE			
10 CHAR/SEC	$ 1.40/HR	$ 2.15/HR	$ 5.25/HR
13.45 CHAR/SEC	1.55/HR	2.35/HR	5.80/HR
15 CHAR/SEC	1.65/HR	2.50/HR	6.15/HR
30 CHAR/SEC	2.30/HR	3.55/HR	8.65/HR
60 CHAR/SEC*	3.25/HR	5.00/HR	12.25/HR
120 CHAR/SEC**	4.60/HR	7.10/HR	17.35/HR
240 CHAR/SEC*	5.95/HR	9.15/HR	22.40/HR
CPU/SEC	.04	.06	.15
STORAGE/UNIT***	.35	.65	2.00
I/O UNITS**** (COST IS PER 1000 I/O UNITS)	.55	1.00	2.50

* LIMITED AVAILABILITY; CONTACT KIEWIT COMPUTATION CENTER, HANOVER, N. H. 03755, PHONE (603) 646-2643 FOR MORE INFORMATION.

** NOT AVAILABLE AT PRESENT (10/31/72)

*** A STORAGE UNIT CONSISTS OF 1000 WORDS (OR 4000 CHARACTERS) STORAGE CHARGES ARE BASED ON AVERAGE OF STORAGE FIGURES TAKEN WEEKLY.

**** FOR AN EXPLANATION OF I/O UNITS, TYPE "EXPLAIN INOUT".

II. BACKGROUND RATES (FOR ON-CAMPUS USERS ONLY)

CARD READER	$ .01 PER 10 CARDS READ
CARD PUNCH	.01 PER CARD PUNCHED
HIGH SPEED PRINTER	.005 PER 10 LINES PRINTED
CPU USED	.04 PER SECOND
TAPE - READ	***** PER 1000 WORDS READ
TAPE - WRITE	***** PER 1000 WORDS WRITTEN

***** RATES TO BE DETERMINED JANUARY 1, 1973

III. RATES FOR USING GECOS

	INSIDE	OUTSIDE	COMMERCIAL
CPU USED/SEC.	$ .04	$ .06	$ .15

IV. FLAT RATE SERVICE AVAILABLE (FOR EDUCATIONAL USERS ONLY)

TYPE OF PLAN	DURATION	ACCESS	COST
PLAN A	9 MONTHS	FULL ACCESS	$ 550/MONTH
PLAN B	12 MONTHS	FULL ACCESS	$ 500/MONTH

NOTE: SPECIAL PERMISSION IS REQUIRED TO USE BACKGROUND AND GECOS. CONTACT MRS. NANCY BROADHEAD, KIEWIT, (603) 646-2643.

CPU IS AN ABBREVIATION FOR CENTRAL PROCESSING UNIT

READY

REFERENCES

1 ABT, Clark C., "Reforming Urban Education with Cost-effectiveness Analysis", *Educational Technology*, septembre 1970, pp. 36-38.

2 BARTELS, Elmer C., "The Utility of an On-Line Computer-Based Educational System for Industry", *Educational Technology*, juin 1972, pp. 56-58.

3 BITZER, D.L., and ALPERT, D., "Advances in Computer-based Education", *Science*, Vol. 167, 20 mars 1970, pp. 1582-1590.

4 BITZER, Donald L., and SKAPERDAS, Dominic, "The Design of an Economically Viable Large-Scale Computer-based Education System", in *To Improve Learning*, Vol. II, ed. by Sidney G. Tickton, R.R. Bowker Co, N.Y.-London, 1971, pp. 439-454.

5 CASTONGUAY, Jean, "Systèmes et coûts" in *L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques*, Colloque de mai 1972, Cap-Rouge P.Q., Ministère de l'Education du Québec, 1972, pp. 310-317.

6 COLE, James L., *The Application of Computer Technology to the Instruction of Undereducated Adults*, Adult Learning Center, Raleigh, N.C., Octobre 1971, 55 p.

7 COMMITTEE ON SCIENCE AND ASTRONAUTICS, *A Study of Technology Assessment*, US Gov. Printing Office, juillet 1969, 208 p.

8 DATAMATION, *Datamation Industry Directory*, Technical Publishing Company, 1971.

9 DICK, W., and GALLAGHER, P., "Systems Concepts and Computer-managed Instruction: an Implementation and Validation Study", *Educational Technology*, Février 1972, pp. 33-39.

10 DUNN, Alex, and WASTLER, Jean, *Computer-Assisted Instruction Project*, (Montgomery County Public Schools) Board of Education of Montgomery County, Rockville, Maryland, 1972.

11 EDUCATION TURNKEY SYSTEMS, "Economics of Third Grade Education", *Audio-visual Instruction*, Novembre 1971, pp. 8-18.

12 EPIE (Educational Products Information Exchange Institute), *Report nº 45: Three Educational Technologies*, Juin 1972, EPIE Institute, 463 West Street, New York, N.Y. 10014.

13 HALL, Keith A., *Computer-Assisted Instruction: status in Pennsylvania*, Juillet 1970, 14 p.

14 HALL, Keith A., "Computer-assisted Instruction: Problems and Performance", *PHI-DELTA-KAPPAN*, Juin 1971, pp. 628-631 (idem [13]).

15 HICKEY, A., "CAI in the States: A Status Report", in *Aspects of Educational Technology*, Vol. 2, 1969, pp. 489-500.

16 KIESLING, Herbert J., "On the Economic Analysis of Educational Technology", in *To Improve Learning*, Vol. II, ed. Sidney G. Tickton, R.R. Bowker Co, N.Y.-London, 1971, pp. 977-997.

17 KING, J.H., "Computer-Aided Instruction: Progress?" *Programmed Learning*, 1968, pp. 81-90.

18 KOPSTEIN, F.F., and SEIDEL, Robert J., "Computer-Administered Instruction versus Traditionally Administered Instruction: Economics", 1967/1968, in *Computer-Assisted Instruction, a book of readings*, ed. Richard C. Atkinson & H.A. Wilson, Academic Press, 1969.

19 MILLER, James G., "Deciding Whether and How to Use Educational Technology in the Light of Cost-effectiveness Evaluation", in *To Improve Learning*, Vol. II, ed. S.G. Tickton, R.R.Bowker Co, N.Y.-London, 1971, pp. 1007-1027.

20 MINISTERE DE L'EDUCATION DU QUEBEC, *L'Education au Québec en 1971*, Bibliothèque Nationale, 1972.

21 MINISTERE DE L'EDUCATION DU QUEBEC, *Coût moyen par élève aux niveaux élémentaire et secondaire* (estimations pour 1971-1972), Service d'Analyse des coûts, Direction Générale du Financement, 1972.

22 MINISTERE DE L'EDUCATION DU QUEBEC, *Règlement No 7*, 16 mai 1972, Publié par le Ministère de l'Education.

23 MINISTERE DE L'EDUCATION DU QUEBEC, *Cahiers de l'Enseignement Collégial* 1972-1973, Publié par le Ministère de l'Education.

24 MOLNAR, A.R., "Critical Issues in Computer-based Learning", *Educational Technology*, Août 1971, pp. 60-64.

25 NEVISON, John M., *Secondary School Project, Mid-Year Report*, Septembre-décembre 1968, KIEWIT Computation Center, Dartmouth College, Hanover, New-Hampshire.

26 OETTINGER, Anthony G., *Run, Computer, Run*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., Mars 1969, 302 p.

27 POST, Dudley L., "Installing a Time-sharing System" in *The Use of Computers in Secondary School Mathematics*, ed. by D.L. Post, ENTELEK, Mass., 1970, pp. 63-93.

28 SELTZER, Robert A., "Computer-assisted Instruction: What it can and cannot do" *American Psychologist*, Avril 1971, Vol. 26, No 4, pp. 373-377.

29 SILVERN, Leonard C., *Principles of Computer-assisted Instruction Systems*, Education & Training Consultants Co., 1970.

30 SMYTHE, R.E., *Economically Viable CAI*, Sanders Data Systems Inc., Mai 1970.

31 SPEAGLE, Richard E., "The Costs of Instructional Technology", in *To Improve Learning*, Vol. II, ed. Sidney G. Tickton, R.R. Bowker Co, N.Y.-London, 1971, pp. 1061-1074.

32 STOLUROW, Lawrence M., *Computer Assisted Instruction*, American Data Processing Inc., Détroit, 1968, 94 p.

33 SUPPES, P., JAMISON, D., and BUTLER, C., "Estimated Costs of Computer-assisted Instruction for Compensatory Education in Urban Areas", *Educational Technology*, Septembre 1970, pp. 49-57.

34 U.S. CIVIL SERVICE COMMISSION, *Computer-assisted Instruction: A General Discussion and Case Study*, U.S. Government Printing Office, Août 1971, 19 p.

35 WESTINGHOUSE LEARNING Co, *Plan School Directory*, 1970.

SERVICE DE LA REPROGRAPHIE
Juillet 1973